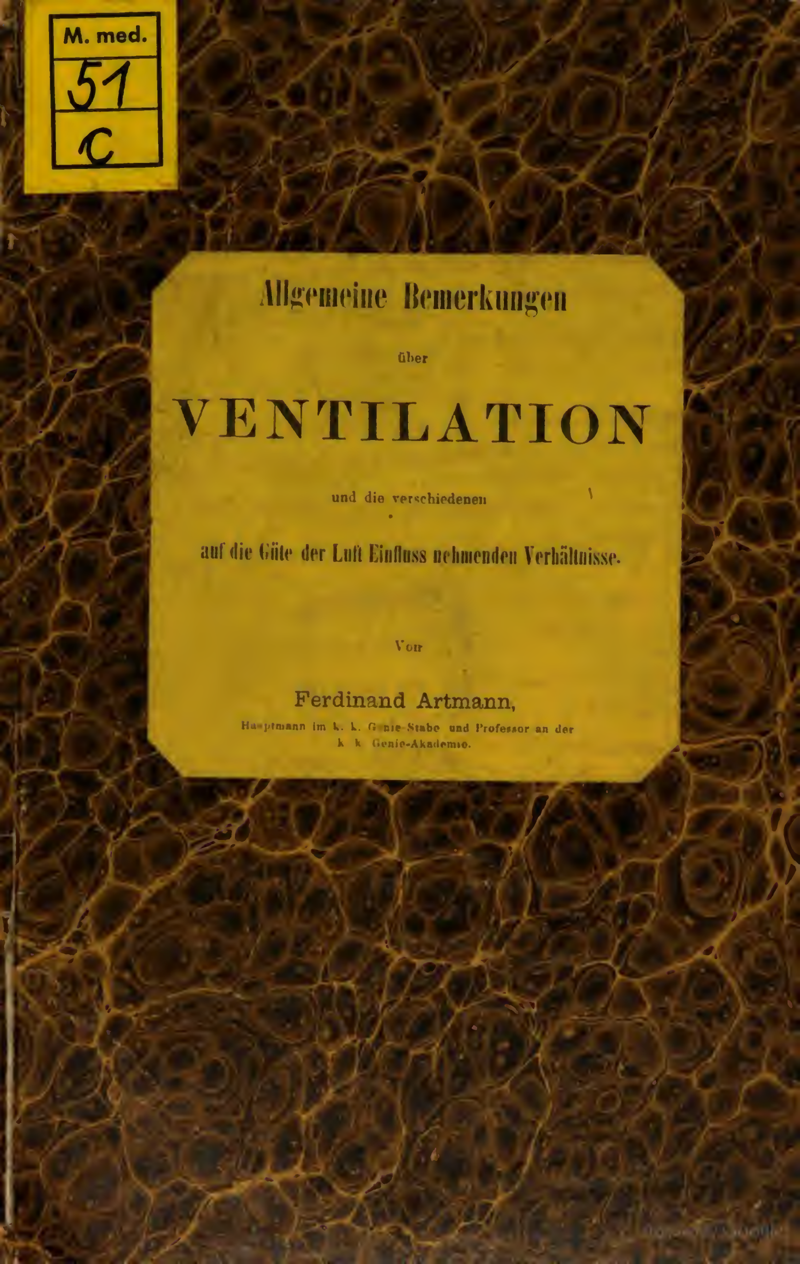


Allgemeine Bemerkungen

über

VENTILATION

und die verschiedenen

auf die Güte der Luft Einfluss nehmenden Verhältnisse.

Von

Ferdinand Artmann,
Hauptmann im k. k. Genie-Stabe und Professor an der
k. k. Genie-Akademie.



Allgemeine Bemerkungen

über

VENTILATION

und die verschiedenen

auf die Güte der Luft Einfluss nehmenden Verhältnisse.

Von

Ferdinand Artmann,

Hauptmann im k. k. Genie-Stabe und Professor an der k. k. Genie-Akademie.

Mit einer lithographirten Tafel.

Prag.

Carl Bellmann's Verlag.

1860.



Druck und Papier von Carl Bellmann in Prag.

Vorwort.

Die kleine Brochure, welche ich hiemit der Oeffentlichkeit übergebe, beabsichtigt einen Ueberblick der bisher auf dem Felde der Ventilation gemachten Leistungen zu verschaffen.

Dadurch, dass hierin blos die Principien eine kritische Erörterung finden und dass auch die verschiedenen anderen auf die Güte der Luft Bezug nehmenden Verhältnisse berücksichtigt wurden, dürfte sie dem Arzte und Ingenieur, welche selten hinreichende Musse haben hierüber ausführlichere Studien zu machen bei einschlägigen Fragen nützlich werden.

Ein genaues Erkennen der zu lösenden Aufgabe und ein klarer Einblick in die entsprechenden Principien sind die ersten und nothwendigsten Bedingungen um etwas Gutes leisten zu können.

Paart man diese Einsicht mit einem genauen nichts für zu gering achtenden Studium der Details, so kann man überzeugt sein, dass auch die Ausführung möglichst gelingen werde.

In wie weit es mir nun geglückt ist bezüglich der leitenden Principien das Rechte zu treffen und ob die verschiedenen von mir geäusserten Ansichten und Vorschläge richtig und lebensfähig seien, darüber steht mir kein Urtheil zu, da ich als Autor dies nothwendig glauben und wünschen muss.

Bruck, den 1. Februar 1860.

Der Verfasser.

Allgemeine Bemerkungen über Ventilation.

Ob und zu was die Ventilation nütze *) ist heutzutage eine Frage, deren Beantwortung beinahe jedem Laien geläufig ist; der Grund, warum sich dieselbe noch immer in der praktischen Durchführung so wenig Bahn gebrochen hat, kann daher wohl nicht in der Ignoranz oder Saumseligkeit der dazu berufenen Personen liegen, sondern muss vorzüglich in dem Umstande gesucht werden, dass die Einrichtung einer zweckmässigen Ventilation mit bedeutenden Kosten verbunden ist, und dass die Kunst der Ventilation selbst sich noch in der Kindheit befindet.

Um diesen letztern Ausspruch zu begründen, werde ich mir erlauben einen kritischen Ueberblick über den jetzigen Zustand der Ventilation sowohl von der rein wissenschaftlichen wie auch von der technischen Seite in einer Art zu geben, wie sie eben einem kurzen Aufsatze zukömmt.

Die Anführung besonderer Beispiele von ausgeführten Ventilationen verbunden mit der kritischen Beleuchtung derselben muss daher vermieden werden und wäre überhaupt auch unnütz, weil es sich hier mehr darum handelt die zugrundegelegten Principien einer Kritik zu unterwerfen, als um eine detaillirte Anleitung zur Ventilation selbst, welche selbst erst dann aus dem Zustande blosser

---

*) In dieser Hinsicht wurden von Dr. Cooper auf der im October 1859 zu Bradfort in England abgehaltenen „*National association for the promotion of social Science*" interessante Mittheilungen gemacht, aus welchen die grossen und rasch eintretenden Vortheile sanitätlicher Massregeln ersichtlich werden. In 19 englischen Manufacturstädten (darunter Liverpool, Glocester etc.), wo für gute Ventilation in den Wohnungen, gutes Wasser und Bäder Sorge getragen worden war, sank binnen 5 Jahren das Mortalitätsverhältniss von 28 auf 21 pro mille. Ob die hieran geknüpfte Behauptung von Dr. Cooper, dass bei entsprechendem Fortschreiten auf dieser Bahn das durchschnittliche Lebensalter auf eine Höhe von 90 Jahren gebracht werden könne, die Wahrscheinlichkeit für sich habe, dürfte doch noch problematisch sein.

Empirie herausgerissen und rationell betrieben werden kann, wenn die ihr zu Grunde liegenden Principien einer wissenschaftlichen Kritik keinen wesentlichen Angriffspunkt mehr bieten.

Der Nutzen einer solchen Vorgangsweise ist zu bekannt, als dass ich durch besondere Anführung desselben erst eine Berechtigung für meinen Versuch deduciren müsste. Indem ich sowohl die Principien der Ventilation, als auch die verschiedenen Methoden ihrer praktischen Durchführung der Hauptsache nach als bekannt voraussetze, wende ich mich zum Gegenstande meiner Besprechung, indem ich vor Allem die Frage aufwerfe:

„Was ist gute Luft und ist man im Stande reine verdorbene Luft wieder gut zu machen?"

Den ersten Theil der Frage könnte man wohl etwas naiv finden, da man doch allenthalben als gute Luft jene zu bezeichnen pflegt, welche beim Einathmen auf die Zeit keine Beschwerden erzeugt, sondern ein angenehm andauerndes Gefühl der Behaglichkeit hervorruft. Ebenso bekannt ist es, dass die Luft in einzelnen Gegenden durch grossartige Verwesungsprocesse, Gasexhalationen und in geschlossenen Räumen durch das Athmen der Menschen, das Brennen von Leucht- und Heiz-Materialien, so wie durch verschiedenartige Fäulnissprocesse verderbt werden könne.

Wenn man aber den specifischen Unterschied zwischen guter und schlechter Luft oder den qualitativen und quantitativen Unterschied wissen will, so ist man bis jetzt durchaus nicht im Stande darauf prägnant antworten zu können; aus diesem Grunde entzieht sich aber auch die Beantwortung dieser Frage der exacten Bestimmung und flüchtet in das Gebiet der subjectiven Ueberzeugung, die ganz von der Schärfe der Sinne des Untersuchers abhängig ist.

Liegt der Beweis hiefür nicht schon in der bei derartigen Untersuchungen immer vorkommenden Formel: „Bei einer Ventilation von so und so viel Kubikmeter per Mann und Stunde war noch ein übler Geruch wahrnehmbar oder umgekehrt."

Gesteht man nicht durch eine solche Begutachtung ein, dass die subjective Sinnesempfindung das beste und alleinige Reagenz sei, diese Frage zu entscheiden? Wenn trotzdem Einige von einem gewissen schädlichen Einflusse des Wasser- oder des Kohlensäuregehaltes geredet und auf die Erfahrung gestützt Gränzen gezogen haben, welche in dem gegenseitigen Mischungsverhältnisse nicht überschritten werden dürfen, so wussten sie doch recht gut, dass diese Gränzen nicht richtig seien oder doch wenigstens ziemlich willkürlich gezogen wurden.

Ist beispielsweise ein Grund zur Behauptung vorhanden, dass

ein Kohlensäuregehalt von 0·1% in der Luft dieselbe bereits als schlecht qualificire?

Denjenigen, die dies behaupten, konnte es sicher nicht unbekannt sein, dass directe Versuche einen noch weit grösseren Kohlensäuregehalt als nicht schädlich erwiesen haben, und ebenso war ihnen das Factum bekannt, dass ein grosser Unterschied im Kohlensäuregehalte nur beim raschen Wechsel aus einer wenig kohlensäurereichen Luft direct schädlich einwirke (natürlich innerhalb gewisser aber ziemlich weiter Gränzen).

Wie Viele waren nicht schon bemüssigt öfter in einer Atmosphäre verweilen zu müssen (Gährlocalen, Laboratorien, geschlossenen Brunnenhäusern von Säuerlingen), wo die Luft oft mehr als 0·5% Kohlensäure enthielt, ohne doch hiedurch in einer solchen Art belästigt worden zu sein, als wenn sie Morgens in ein von mehreren Personen bewohntes Schlafzimmer kamen, in welchem Falle der Kohlensäuregehalt höchstens die genannte Höhe erreicht hatte.

Sorgt man dafür ein möglichst reines kohlensaures Gas zu erzeugen, so kann man sich direct davon überzeugen, dass ein Gehalt von 0·5% Kohlensäure nicht nur keine üble Einwirkung auf das Gesammtwohlbefinden äussere, sondern nicht einmal wahrgenommen werde. *)

Dieser Irrthum in der Feststellung des nöthigen Mischungsverhältnisses der Luft oder wie ich lieber sagen möchte dieser angestrebte Versuch wurde veranlasst durch den Umstand, dass die Luft einzelner bewohnter Localitäten, welche als ungesund durch das Gefühl erkannt wurde, bei der Untersuchung einen

---

*) Aehnliche Resultate haben die Versuche von Regnault und Reiset ergeben. Der Behauptung, dass die Kohlensäure direct giftig wirke, stehen bekanntlich andere Behauptungen entgegen, welche ihr nur einen negativ schädlichen Charakter (in Folge des Mangels an Sauerstoff) vindiciren. Der bekannte Versuch, dass wenn man in eine Luft, die dreissig Procent Kohlensäure enthält, eine brennende Kerze und einen Hund bringt, die erstere früher erlischt, als der Tod des Hundes erfolgt, und dass wenn dieser Versuch in der Art angestellt wird, dass man die Luft durch die aus glühenden *Kohlen entwickeltem* Gase (Kohlensäure und Kohlenoxydgase) in demselben *Verhältnisse* verdirbt, der Hund früher stirbt als die Kerze erlischt, ist sehr geeignet über die Ursache der tödtlichen Wirkung des Kohlendampfes Aufschluss zu geben, welche durch directe Versuche auch noch weiters bestätigt wurde, indem man fand, dass der Tod eines Hundes durch Kohlensäure erst dann erfolgt, wenn die Luft nahezu 30% davon enthält, während das Kohlenoxydgas schon bei einem Gehalte von 1% tödtlich wirkt, und der Kohlendampf bei einem Gehalte von 3—4%.

gewissen Gehalt an Kohlensäure zeigte, welcher nun als einer betrachtet wurde, der das Maximum bereits überschritten habe.

Aber selbst die Ausflucht, dass, wenn auch die Kohlensäure nicht das direct Schädliche sei, sondern nur wegen ihrer leichten Bestimmbarkeit als Mass der Schädlichkeit dienen könne, muss in Abrede gestellt werden, weil der Kohlensäuregehalt erstens nicht vollkommen proportional den schädlichen Stoffen ist und vor Allem der schädliche Einfluss dieser Stoffe nicht blos durch den quantitativen, sondern auch durch den qualitativen Unterschied derselben bedingt wird.

Denn dass die organischen Materien, welche doch vorzüglich die Luft verderben, nicht immer dieselben seien und daher nicht gleich nachtheilig wirken können, ist wohl noch nicht direct nachgewiesen, kann aber durch die übereinstimmende Hindeutung der hieher gehörigen Erfahrungen als erwiesen betrachtet werden.

Ebenso unzulässig ist es aber die Güte der Luft von dem Wassergehalte derselben abhängig zu machen, da es auch in dieser Hinsicht bekannt ist, dass selbst beträchtliche Schwankungen desselben ohne Beschwerde ertragen werden können.

Der eigentliche Grund der Schädlichkeit eines grösseren Wassergehaltes liegt, wie es von den betreffenden Schriftstellern meist auch direct ausgesprochen wird, mehr in dem Umstande, dass eine grössere Feuchtigkeit allen Fäulnisserscheinungen sehr förderlich ist, da von einem Einflusse des grösseren Feuchtigkeitsgehaltes auf die Perspiration erst die Rede sein könnte, wenn die Gränzen derselben sehr bedeutend überschritten würden.

Nachdem wir nun gesehen haben, dass die Ursache der Verderbniss der Luft weder durch den Kohlensäure- noch durch den Wassergehalt derselben innerhalb der wirklich vorkommenden Gränzen bedingt sein könne, bleibt uns nichts anderes übrig als sie auf Rechnung der in ihren relativen Mengen gegen die genannten sehr zurücktretenden Bestandtheile der Luft zu setzen, welche auch unter dem Collectivnamen „zufällige Bestandtheile" umfasst werden können.

Zu diesen gehören bekanntlich gewisse Gase, als: Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff (leichter), Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Schwefelammonium etc.

Ausser den genannten Gasen kommen in bewohnten Räumen und selbst in manchen Gegenden noch gewisse organische Verbindungen in der Luft vor, welche sich aus derselben durch starke Abkühlung ausscheiden lassen und in dem erhaltenen Niederschlage als deutlich wahrnehmbare Flocken unterschieden werden können,

die sehr rasch in Fäulniss übergehen und dabei Ammoniak entwickeln.

So gering auch die Masse dieser organischen Materie ist, welche sich beim Athmungsprocesse ausscheidet, so ist sie es doch, auf deren Rechnung man innerhalb der vorkommenden Gränzen das Verderbniss der Luft schreiben muss.

Dass diese organische Materie, die in gewissen Fällen wohl auch organisirte Form haben dürfte, unter Umständen einen besonders bösartigen Charakter anzunehmen im Stande sei, ist hinreichend bekannt.

Ohne nun tiefer in eine Discussion über die Miasmen einzugehen genügt für unsern Zweck die allgemein bekannte Thatsache, dass gewisse Stoffe selbst in höchst geringen Mengen der Luft beigemischt einen sehr üblen Einfluss beim Einathmen solcher Luft auszuüben vermögen, wodurch meine früher ausgesprochene Meinung einen grösseren Grad von Wahrscheinlichkeit erhält.

Wie es aber zu erklären sei, dass diese geringe Menge organischer Substanz, wie sie sich beim Athmungsprocesse ausscheidet, im Stande sei die Luft zu verderben, ohne dass von einer direct giftigen Einwirkung auf den Organismus in den meisten Fällen die Rede sein kann, will ich im Folgenden versuchsweise wagen.

Meiner Meinung nach liegt die Ursache des Verderbens der Luft darin, dass die Luft durch die organischen Effluvien ihres Gehaltes an thätigem Sauerstoff beraubt wird, indem die organischen Effluvien ausgezeichnet durch ihre besondere Fähigkeit sind den activen Sauerstoff (Ozon) zu binden.

Die einfachsten Versuche mit einer Lösung von Uebermangansäure zeigen, mit welcher Schnelligkeit dieselbe reducirt wird, wenn sie mit ausgeathmeter Luft oder den aus ihr erhaltenen Niederschlägen in Berührung kommt. So viel nun die bisherigen Untersuchungen über die Natur und Eigenschaften des Ozons ergeben haben, dürfte es als feststehend betrachtet werden, dass demselben eine sehr wichtige Rolle beim Ernährungsprocesse zukomme.

Ein gewisser Ozongehalt der Luft scheint nothwendig zu sein, wenn das Athmen in derselben keine Uebelstände für das gesammte Wohlbefinden erzeugen soll und es dürfte in dieser Hinsicht ein Zuviel ebenso schädlich werden können als ein Zuwenig. Thatsache ist es ferner, dass sich der Ozongehalt der Luft in bewohnten und geschlossenen Räumen, so wie an Orten, wo sich bekannterweise Miasmen entwickeln, sehr bald verringere ja sogar ganz verschwinde.

Alles dieses zusammengenommen, dürfte hiedurch meine Ansicht über die Ursache des Verderbens der Luft beim Athmen der Menschen motivirt und derselben der Schein benommen werden, als habe ich, um meine Meinung zu begründen, zu Hypothesen Zuflucht genommen, die einer mechanischen Auffassungsweise unzugänglich seien.

Hiernach glaube ich meine Ansicht dahin aussprechen zu können, „dass jene Luft als gut anzusehen sei, welche

1. in Bezug des Sauerstoff- und Stickstoffgehaltes von dem gewöhnlichen in der freien Luft vorkommenden Mischungsverhältnisse um nicht mehr abweicht, als dies selbst bei der letzteren an verschiedenen freien Orten und zu verschiedenen Zeiten der Fall ist (Gesammtschwankungsgränze vom Maximum bis zum Minimum 1%*),
2. wo der Kohlensäuregehalt höchstens 0·5 Volumprocent beträgt,
3. wo der Wassergehalt sich zwischen 60—82% der Maximal-Feuchtigkeit bewegt, und
4. darf der Gehalt derselben an fremden Gasen und organischen Stoffen nur ein Minimum betragen, über dessen Bestimmung später gesprochen werden soll."

Was den zweiten Theil der Frage anbelangt, ob man auch im Stande sei, eine verdorbene Luft wieder gut athembar zu machen, so ist es hinlänglich bekannt, dass dies sehr wohl angehe, wenn es sich darum handelt in abgeschlossenen Räumen die genannte Absicht zu erreichen und die äussere Luft vollkommen gut ist; es ist in diesem Falle die mechanische Reinigungsweise durch Einführung frischer Luft (Ventilation) berufen die Aufgabe vollständig zu lösen.

Wenn aber die äussere Luft selbst nicht den erforderlichen Grad von Güte hat und z. B. mit Miasmen geschwängert ist, stellt sich diese Lösung viel schwieriger, aber möglich bleibt sie trotzdem, weil uns die Wissenschaft stets die Mittel zu liefern im Stande ist, wodurch wir den eigentlichen Uebeln mit Erfolg zu begegnen vermögen.

Die Massregeln, welche in diesem Falle ergriffen werden müssten, bezwecken entweder das Uebel radical zu heben, oder wenigstens den schädlichen Einfluss für einzelne Orte aufzuheben (Spitäler in miasmatischen Gegenden).

---

*) Diese Einschliessung scheint willkürlich und doch ist sie die einzig mögliche, da umfassende Versuche und Erfahrungen mangeln, um diese Gränzen verlässlich erweitern zu können.

Um das Uebel radical zu heben, d. h. die dasselbe bedingenden Momente zu beseitigen, dienen umfassende sanitätspolizeiliche Massregeln, Flussregulirungen, Uferbauten und Drainirungsarbeiten, auf welche wir später zu sprechen kommen, während die Massregeln, welche nöthig werden, um einzelne Orte von den Einflüssen der verderbten Luft zu schützen, bei der Desinfection der Luft Erwähnung finden werden.

Eine Ventilation würde in diesen Fällen, wo die äussere Luft selbst nicht von der erforderlichen Güte ist, nur ein theilweises Aushilfsmittel sein, indem sie nur einer noch grösseren Verderbniss der Luft vorbeugen würde.

Als zweite Frage ergibt sich hiernach, wenn wir speciell auf die Gesundbarmachung geschlossener bewohnter Räume reflectiren und die Voraussetzung machen, dass die äussere Luft die erforderliche Güte habe:

„Welche Luftmenge muss zugeführt werden, um die durch das Athmen bedingte Verderbniss wieder aufzuheben?"

Die Beantwortung dieser Frage wäre höchst einfach, wenn die Möglichkeit geboten wäre, die ausgeathmete Luft immer durch frische zu ersetzen, ohne dass eine Untermengung beider eintrete. Wenn wir in dieser Hinsicht die Maximalangabe, die sich aus den Versuchen von Dumas, Vierordt, Scharling, Andral, Gavarret u. a. m. ergibt, berücksichtigen, so würde der nöthige Luftbedarf pro Mann und Stunde, welchen wir künftighin stets Ventilationseinheit nennen wollen, höchstens einen halben Kubikmeter betragen.

Nun ist dies aber nicht möglich, sowohl die Diffussion der Gase wie auch die durch die ungleichen Temperaturen veranlassten Strömungen bewirken eine sehr rasche Untermischung der frischen und der ausgeathmeten Luft, so dass man die Frage umstalten und jenen Grad zu bestimmen suchen muss, bis zu welchem die Verdünnung der ausgeathmeten mit frischer Luft getrieben werden soll, um zum Athmen vollkommen tauglich gemacht zu werden; anderseits aber müssten die Bedingungen erforscht werden, welche die beste Benützung der eingeführten frischen Luft gestatten.

Was nun die Feststellung der Ventilationseinheit anbelangt, so sind bisher verschiedene Methoden hiezu eingeschlagen worden, die aus den differenten Ansichten über die Ursache des Verderbens der Luft entsprangen und deren bereits früher erwähnt wurde.

Der Uebersichtlichkeit wegen sollen sie ganz kurz hier noch

eine Erwähnung finden. Diejenigen, welche den vermehrten Kohlensäuregehalt der Luft als Ursache des Verderbens betrachten, nehmen meist 0·1% Kohlensäure als den Maximalgehalt derselben an, welcher nicht überschritten werden dürfe, ohne die Luft ungeeignet zum Athmen zu machen.

Nimmt man nun an, dass die atmosphärische Luft 0·0005 und die exspirirte 0·04 Theile Kohlensäure enthalte, so findet sich der Verdünnungsgrad oder jene Menge atmosphärischer Luft, welche auf 1 Volumtheil exspirirter Luft zugeführt werden muss, um einen Kohlensäuregehalt in der Mischung von 0·001 zu erhalten, leicht aus folgender Gleichung: $0{\cdot}04 + 0{\cdot}0005\,x = (x + 1)\,0{\cdot}001$; $x = 78$ und da stündlich ungefähr fünf Zwölftel Kubikmeter Luft von einem erwachsenen Menschen ausgeathmet werden, $V = 32{\cdot}5$ Kubikmeter.

Die eben angeführte Berechnung ist aber mit Ungenauigkeiten behaftet, welche davon herrühren, dass man dabei von der Idee ausging, die zugeführte frische Luft vermische sich auf einmal mit der ausgeathmeten, was doch nicht der Fall ist, indem in jedem unendlich kleinen Zeittheilchen sich erstens die während dieser Zeit eingetretene Luft mit der im Raume befindlichen vermischt und zweitens hiefür ein ebenso grosser Theil der Mischungsluft entweicht, deren Zusammensetzung dem Anfangsmomente entspricht. Diese Ungenauigkeiten werden aber durch eine Berechnung vermieden, welche ursprünglich von V. Guerin herrührt. Der Uebersichtlichkeit und des Nutzens wegen, den diese Berechnung durch eine veränderte Deutung gewinnen kann, führe ich sie hier kurz an.

Die Prämissen sind folgende: 1 Kubikmeter Luft wiegt bei 15° und dem Barometerstande von $0^{m}{\cdot}76$ 1226 Gramm und enthält

Stickstoff	938·63
Sauerstoff	280·37
Wasserdampf	6·00
Kohlensäure	1·00
	1226·00

Ein Mensch athmet stündlich 700 Gramm Luft ein und 712·41 Gr. aus, indem 41·43 Gr. Kohlensäure und 10·00 Gr. Wasserdampf mehr ausgeathmet werden, während 39·02 Gr. Sauerstoff verschwinden.

Nennt man specifisches Volum A den für jedes Individuum entfallenden Kubikraum des Locales, welcher in verschiedenen öffentlichen Gebäuden folgende Grösse hat:

	Kubikmeter.	Kubikklft.
In Infanterie-Kasernen (Oesterreichs) . . . =	13·608	= 2
„ Militär-Spitälern (Oesterreichs) . . . . =	31·2984	= 4³/₅
„ Infanterie-Kasernen (Frankreichs) . . . =	12	
„ Cavallerie-Kasernen (Frankreichs) . . =	14	
„ Infanterie-Kasernen (Preussens) . . . . =	18	
„ Militär-Spitälern (Frankreichs) = zwischen	20 und 18	
im Gefängniss Mazas (Zellengefängniss) . . =	21	
„ Gefängniss Pentonville (Englands) . . =	30	
„ Gefängniss zu Philadelphia (V. Staaten) =	30	
in Civilspitälern von Paris im Mittel . . =	35	
im Hôpital du Nord in Paris . . . . =	56	

Bezeichnet N die Anzahl der Individuen, V die Ventilationseinheit, α das Gewicht der in einer Stunde von einem Menschen ausgeathmeten Kohlensäuse $= 41{\cdot}43$ Gr., δ das Gewicht der Kohlensäure, welche in 1 Kubikmeter atmosphärischer Luft enthalten ist $=$ 1 Gr., so handelt es sich darum, das Gewicht x der Kohlensäuremenge nach Verlauf der Zeit t (in Stunden ausgedrückt) zu finden.

Für ein unendlich kleines Zeitincrement dt kann der Zuwachs der Kohlensäuremenge dx ausgedrückt werden durch $dx = \left(\frac{V\vartheta + \alpha - Vx}{A}\right) dt$, denn der Zuwachs der Kohlensäure ist $= NA\,dx$ und dieser ist gleich dem Kohlensäuregehalte der eingetretenen Ventilationsluft $NV\delta\,dt$ mehr der Kohlensäure, welche von N Menschen in dt Stunden ausgeathmet wird $= N\alpha\,dt$ weniger der Kohlensäure der ausgetretenen Luft $= NVx\,dt$, daher $NA\,dx = N\alpha\,dt + NV\delta\,dt - NVx\,dt$ und hieraus $\frac{dt}{dx} = \frac{A}{V\delta + \alpha - Vx}$ und $t = \int_\delta^x \frac{A}{V\delta + \alpha - Vx} = \frac{A}{V}$ log. nat. $\frac{\alpha}{\alpha + V\delta - Vx} = \frac{2{\cdot}303\,A}{V}$ log. $\frac{\alpha}{\alpha + V\delta - Vx}$, aus welchem Ausdruck $x = \delta + \frac{\alpha}{V}\left(1 - \frac{1}{\text{num. log. } \frac{1}{2{\cdot}303}\frac{V}{A}}\right)$ sich ergibt.

Aus diesem Ausdrucke ist zu ersehen, dass die Luftverderbniss um so kleiner werde (bei derselben Zeit) als V grösser wird und dass bei demselben V die Luftverderbniss mit der Zeit t zunehme. Dieses letztere Ergebniss nöthigt, wenn der Gränzwerth von V nicht durch die Aufgabe selbst gegeben ist, denselben ziemlich gross anzunehmen; wir werden ihn in den später angeführten numerischen Beispielen $= 8$ setzen, was wohl für Spitäler der niedrigste Werth sein dürfte.

Nimmt man nun an, dass der Maximalwerth von x nur 2·50 Gr. sein dürfe, wenn die Luft noch als gesund angesehen werden soll, so lässt sich, wenn t und A gegeben sind, mittelst der Regula falsi der Werth von V bestimmen.

Setzt man nun $t =$ und $A = 20$, 40 und 60, so erhält man den drei verschiedenen Werthen von A entsprechend folgende drei Werthe von $V = 27·777$, $V = 27·660$ und $V = 26·984$.

Diese Resultate sind sehr bemerkenswerth, indem sie zeigen, dass der Einfluss des specifischen Volums auf die Grösse von V sehr unerheblich ist, so dass er in der Prax vernachlässigt werden kann; dies als Widerlegung gegen die von Manchen ausgesprochene Meinung, dass man selbst bei guter Ventilation das specifische Volum nicht verringern dürfe, während ich keinen Anstand nehmen würde, bei demselben Flächenausmass die lichte Höhe der Spitalszimmer auf 10 Schuh und jene der Kasernen auf 9 Schuh zu reduciren.

Obgleich die angeführte Berechnung für unsere Zwecke momentan keine Bedeutung hat, so kann sie doch zur Bestimmung der Ventilationseinheit auch dann dienen, wenn sich als Ursache der Luftverderbniss etwas anderes als die Kohlensäure erwiesen hätte, also z. B. nach meiner Ansicht die organischen Stoffe; in diesem Falle müsste aber selbstverständlich die Bedeutung der Grössen x, α, δ in entsprechender Weise umgeändert werden.

Jene Autoren wieder, welche dem Wasserdampf als Vehikel der organischen Materie schädlichen Einfluss zuschreiben, verlangen, dass man wenigstens so viel Luft zuführe als nöthig ist, um zu verhindern, dass beim Vermischen der ausgeathmeten mit der frischen Luft Wasser abgeschieden und hiedurch organische Materie niedergeschlagen werden könne.

Es liesse sich auch hier leicht eine allgemeine Formel aufstellen, in welcher die Grösse der nothwendigen Verdünnung als eine Function der herrschenden Temperatur und des Feuchtigkeitsgrades erscheinen würde.

Um aber für unsere Zwecke einige numerische Angaben zu erhalten fassen wir z. B. den Fall in's Auge, wo die äussere Luft 0° Temperatur und 80% des Maximaldampfgehaltes besitzt, während im Innern des zu ventilirenden Raumes eine Temperatur von 16° C. herrscht.

Unter Vernachlässigung der Wärmeveränderung bei Vermischung der warmen exspirirten mit der kälteren umgebenden Luft, so wie jenes Wassergehaltes, den die exspirirte Luft auf die Temperatur von 16° C. abgekühlt noch zu enthalten vermag, findet

man, dass zur Auflösung der ungefähr 40 Gramm betragenden ex- und perspirirten Wassermenge an $4\frac{1}{2}$ (genauer 4·4) Kubikmeter Luft nöthig seien, wenn man nach Regnault annimmt, dass 1 Kubikmeter Luft bei 0° C. 5·4 Gramm und bei 16° C. 13·621 Gramm Wasser aufgelöst enthalten könne.

Diese Angabe von Peclet zuerst gemacht erfährt eine Erhöhung, wenn man die gegründete Forderung von Roscoe *) gelten lässt, dass die Mischungsluft höchstens 82% der Maximalfeuchtigkeit enthalten solle.

In diesem Falle berechnen sich für unseren Fall nahezu 7 Kubikmeter (genauer $^{4000}/_{577}$). Dass die erstere der angeführten Methoden ein mit der Erfahrung, welche man bisher als alleinige Richtschnur gelten liess, gut übereinstimmendes Resultat liefert, während die zweite viel zu niedrige Angaben ergibt, ist nur reine Zufälligkeit, da die ihr zu Grunde gelegte Anforderung durch nichts Stichhältiges motivirt wird, sondern dieselbe vielmehr derart gestellt wurde, dass sie den Erfahrungsresultaten entspreche, wodurch natürlicherweise die Frage über das wahre wissenschaftliche Mass offen bleibt.

Hiernach kann man an mich die Anforderung stellen, ob ich denn der entwickelten Ansicht über das Verderben der Luft gemäss im Stande sei die Ventilationseinheit zu bestimmen. Leider ist dies noch unmöglich und kann mir sicher nicht zum Vorwurfe gemacht werden, wenn man bedenkt, dass, um dieses thun zu können, nicht nur eine gründliche Kenntniss der verschiedenen organischen Effluvien in chemischer und physikalischer Hinsicht nothwendig wäre, sondern dass gleichzeitig eine Einsicht über die Art und Weise ihrer Verbreitung in der Luft gewonnen sein müsste.

Hierin sind aber unsere Kenntnisse noch sehr beschränkt und es ist kaum möglich aus dem, was hierüber bisher bekannt wurde, etwas Brauchbares für unsere Zwecke abstrahiren zu können.

Weitere Untersuchungen und Beobachtungen dieser organischen Effluvien auf den menschlichen Organismus könnten erst dazu dienen, die Ventilationseinheit festzustellen.

Vor Allem handelt es sich darum ein empfindliches Reagenz für die in der Luft befindlichen organischen Substanzen zu besitzen.

Für anfängliche Untersuchungen wird das von mir bisher benützte Reagenz ziemlich ausreichend sein. Dasselbe besteht aus einer Lösung von reiner Uebermangansäure, welche auf die

*) Quart. Journ. of the Chem. Soc. Nr. 39 p. 251.

Art bereitet wird, dass man fein zerriebenen mangansauren Baryt mit der 30fachen Menge Wasser anrührt und unter öfterem Umschütteln reines kohlensaures Gas hinein leitet, bis die blau-grüne Farbe des mangansauren Baryts in Braun übergangen ist. Die decantirte violette Flüssigkeit wird zum Kochen erhitzt auf $^3/_4$ des ursprünglichen Volums abgedampft und der enthaltene Baryt durch verdünnte Schwefelsäure vorsichtig ausgefüllt.

Zu den Untersuchungen selbst wird nur eine so verdünnte Lösung genommen, dass 1 Litre höchstens durch $^1/_{100}$ Atom = 0·08 Gramm freien Sauerstoff wirkt.

Wegen der grossen Veränderlichkeit der Lösung wird die genaue Titrirung kurz vor dem Versuche vorgenommen. Von der so bestimmten Flüssigkeit wird ein bestimmter Theil mittelst der Mess-Pipette in ein geeignetes Gefäss gebracht, welches mit einem Aspirator so in Verbindung gesetzt wird, dass die angesaugte Luft genöthigt ist durch die Flüssigkeit hindurchzugehen. Hat man derart eine bestimmte Quantität Luft (wenigstens $^1/_2$ Kubikmeter *) hindurch gesaugt, so wird die Flüssigkeit von Neuem titrirt und hiedurch die Menge der zersetzten Uebermangansäure bestimmt.

Dass bei grösseren Versuchsreihen auch Temperatur, Barometerstand und die sonstigen eudiometrischen Verhältnisse mit zu berücksichtigen seien, versteht sich von selbst.

Für so nützlich ich es auch halte, mit der angeführten Flüssigkeit die Luft unter verschiedenen Verhältnissen zu untersuchen, was mir aus Mangel an Zeit und Gelegenheit durchzuführen nicht möglich ist, ebenso wenig würde ich den erhaltenen Angaben eine unbedingte Comensurabilität zuschreiben, da uns die angeführten Versuche nur einen Anhaltspunkt über die Quantität der in der Luft enthaltenen organischen Materien liefern, durchaus aber nicht über den sehr wichtigen Factor nämlich die Qualität derselben.

Nur unter gleichen Verhältnissen können die Angaben des Effluvien-Reagens als Massstab der Beurtheilung dienen.

Nach meinen sehr beschränkten Versuchen enthält hier in Bruck 1 Kubikmeter frische Herbstluft bei heiterem ziemlich trokkenem Wetter kaum Spuren einer organischen Substanz; die Luft eines grossen Saales, in welchem sich nur wenige Menschen befinden, brauchte per 1 Kubikmeter ungefähr $^1/_{1000}$ Gramm Sauerstoff, während die Luft desselben Saales, nachdem durch $1^1/_2$

---

*) Da es sich darum handelt grosse Luftmengen in möglichst kurzer Zeit durch eine verhältnissmässig geringe Flüssigkeitsmenge hindurch zu leiten, so thut man am besten 2—3 kubicirte Aspiratoren gleichzeitig arbeiten zu lassen.

Stunden eine grössere Menschenmenge darin versammelt war, bis zu $^3/_{1000}$ Gramm Sauerstoff benöthigte.

Die von mir erhaltenen Resultate finden mehr nur aus dem Grunde eine Erwähnung, weil sie die Möglichkeit der Untersuchung ersehen lassen, als weil sie an und für sich Bedeutung haben, was nur dann möglich wäre, wenn grössere und vollständigere Versuchsreihen würden angestellt worden sein.

So lange wir demnach die Antwort auf die Frage, wann die Luft als untauglich zum Athmen anzusehen sei, nicht vollkommen exact zu geben vermögen, bleibt uns nichts Anderes übrig, als von unseren Sinnen Nutzen zu ziehen, da, wie die Erfahrung zeigt, unser Geruchsorgan eine bedeutende Empfindlichkeit für die in der Luft befindlichen organischen Stoffe besitzt, und es wird daher bis auf Weiteres die praktische Regel festgehalten werden müssen: „Ein Raum ist gut ventilirt, wenn kein Geruch in demselben mehr deutlich wahrnehmbar ist."

Die Befolgung dieser Regel scheint in allen Fällen hinreichende Garantien darzubieten.

Differiren auch die Angaben über die Grösse der Ventilationseinheit, welche auf diesem empirischen Wege gefunden wurde, sehr bedeutend, so liegt der Grund hievon theils in der angewandten anemometrischen Methode theils auch in der Verschiedenartigkeit der betreffenden Verhältnisse.

So bilden sich z. B. bei Kranken organische Effluvien nicht nur in bedeutenderen Massen als bei Gesunden, sondern es scheinen dieselben in vielen Fällen auch noch weit kräftiger einwirkend zu sein.

Nach dem jetzigen Zustande der Ventilation und den Erfahrungen, die man an vielen Orten, besonders Frankreichs machte, halte ich dafür, dass in Wohnzimmern für gesunde Menschen die Ventilationseinheit gleich 30 Kubikmeter zu setzen sei, während sie in Spitälern 50—60 Kubikmeter betragen solle mit der Möglichkeit, sie im Falle des Bedarfs bis auf 100 Kubikmeter zu erhöhen.*) Für Schulen und solche Localitäten, wo sich eine grosse Anzahl Menschen blos einige Stunden

*) Ob es wirklich nothwendig sei, in einigen Fällen, wie dies behauptet wird, die Ventilationseinheit bis zu 130, ja bis zu 150 Kubikmeter zu steigern, darüber mögen diejenigen entscheiden, die hierin das allein massgebende Urtheil besitzen, nämlich die Aerzte.

aufhält, dürfte sogar eine Ventilationseinheit von 20 Kubikmeter genügend sein.

In allen Fällen dürfte jedoch auf jene Lufterneuerung, welche durch die Fenster und Mauern stattfindet und welche nach Pettenkofers Untersuchungen nicht unbeträchtlich ist, keine Rücksicht genommen werden, weil die gemachten Angaben eben durch Erfahrungen bedingt wurden, bei welchen die genannten Verhältnisse ohnehin mit wirksam sind.

Auswahl der Ventilationsmethode und Leitung der Ventilation.

Auf welche Art die Ventilation selbst eingeleitet werden solle, darüber dürfte wohl Niemand mehr im Zweifel sein, und man könnte höchstens noch in der Wahl zwischen der Ventilation mit Saugessen und der mechanischen Ventilation mit Gebläsen schwanken; indem alle anderen hie und da zur Ausführung gekommenen Methoden (die Verbindung mit Luftheizung oder jene, wo die Kraft des Windes benützt wird die frische Luft einzupressen etc.) auf den ersten Blick ihre Unfähigkeit zeigen die erwähnte Aufgabe zu lösen, da sie entweder keine Regulirung gestatten oder von bestimmten Zuständen der Atmosphäre abhängig sind. Aber auch über den fraglichen Punkt, ob eine Wärmeventilation (Aspirations-System) oder jene durch Ventilatoren (Pulsions-System) den Vorzug verdiene, ist man jetzt so ziemlich in der Lage aburtheilen zu können, da sich alle Einwürfe, die man dem Pulsions-System bisher von manchen Seiten machte und die daher in vielen Fällen der Wärmeventilation günstig waren, sich vollständig beheben lassen, so dass es jetzt keinem Zweifel mehr unterworfen sein kann, dass in allen Fällen, wo die Ventilation ein wahres Bedürfniss ist und die Grösse des Bedarfs grossen Schwankungen ausgesetzt sein kann, dem Pulsions-Systeme der alleinige Vorzug gebühre.

Abgesehen von den ökonomischen Vortheilen, welche bei einem grossen Bedarfe die Pulsion wenigstens dreimal billiger machen als die Wärmeventilation, welches Verhältniss bei den verbesserten Centrifugal-Ventilatoren bis auf 5 erhöht werden kann, gewährt vor Allem die Pulsion die Möglichkeit einem zwischen weiten Gränzen variablen Luftbedarfe mit einem proportionalen Aufwande genügen zu können, was bekanntlich bei der Wärmeventilation selbst zwischen engeren Gränzen nicht der Fall ist.

Schon aus diesem Grunde ist die Pulsion das einzige für Spitäler und vorzüglich Militär-Spitäler zulässige Ventilations-System.

Ausserdem ist man mit Hilfe dieses Systems allein im Stande, die Aufgaben vollkommen zu lösen, welche darin bestehen, die Luft abzukühlen und zu desinficiren; ebenso gestattet die Pulsion die gesammte Luft vor ihrem Eintritte hinreichend zu erwärmen, was bei der Wärmeventilation nur theilweise möglich ist, in Folge dessen die Erhitzung höher getrieben werden muss*) und trotzdem in der Nähe der Thüren und Fenster kühl sein wird.

Ein anderer sehr bedeutender und nicht hinreichend gewürdigter Vortheil besteht darin, dass man mittelst der Pulsion im Stande ist selbst in Städten, wo die gewöhnliche Luft nicht von besonderer Güte ist, oder in ungesunden Gegenden eine wirklich gute Luft den zu ventilirenden Räumen zuzuführen. Es gründet diese Möglichkeit auf der bekannten Thatsache, dass vorzüglich die niederen Luftschichten die Träger der organischen Effluvien seien und dass oft schon eine ganz geringe Erhebung von 180 bis 200 Fuss hinreiche, sich vor den schädlichen Einwirkungen derselben zu schützen. **)

Gleichgiltig nun, ob dies darauf hindeute, dass diese Stoffe in der Luft nur schwebend enthalten seien oder ob ihre Dunstatmosphäre begränzt sei; so erhellt aus der angeführten Thatsache jedenfalls der Vortheil, den man haben würde, wenn man im Stande wäre die nöthige Luft aus einer Höhe von 180—200 Fuss zu holen.

Denkt man sich nun einen Kamin von entsprechend grossen Dimensionen bis zur genannten Höhe aufgeführt, was mit keinen besonders bedeutenden Kosten verbunden wäre, und die untere Oeffnung dieses Kamins mit dem Einlaufsraume des Ventilators in Verbindung gesetzt oder den Ventilator im untern Theile des Kamins selbst aufgestellt, so könnte der genannte Zweck mit einem geringen Mehraufwande an mechanischer Kraft erreicht werden, während, wenn man dieses mit der Wärmeventilation erreichen wollte, der Temperaturüberschuss in den Ansaugeessen sehr bedeutend sein müsste, was bekanntlich einem unverhältnissmässig grösseren Mehraufwande von Brennmaterial entspricht. Auch die gegen die Pulsion gemachten Einwürfe lassen sich leicht beseitigen oder wenigstens auf eine unbedeutende Grösse reduciren.

*) Weil beim Ansaugen der Luft dieselbe durch alle Oeffnungen, die mit der äusseren Luft communiciren, eintritt, also auch durch solche, welche mit den Erwärmungsapparaten nicht in Verbindung stehen. Diese durch die zufälligen Oeffnungen eingetretene Luft wird sich vorzüglich in der Nähe der Fenster und Thüren finden.

**) Der Ozongehalt der Luft nimmt in den höheren Luftschichten zu — auch ein Moment zur Bestätigung meiner Ansicht über die Ursache der Luftverderbniss.

Was den Vorwurf anbelangt, dass durch die Pulsion Zugluft veranlasst werde, so ist dies auf Rechnung der unvollkommenen Einrichtung derselben zu setzen und kann, wie wir sehen werden, vermieden werden. Ein anderer Vorwurf, dass bei der Ventilation von besonders übelriechenden Räumen mittelst Pulsion die Nachbarschaft durch die entweichende Ausdünstung sehr belästigt werde, liesse sich vermeiden, wenn man diese Räume mit möglichst gut schliessenden Fenstern und Doppelthüren versehen und die entweichende Luft in Canäle oder in Apparate leiten würde, wo dieselbe desinficirt wird.

Da es jedoch stets leicht möglich ist, für diesen Theil eine Aspiration z. B. durch die Wärme der vom Medicamentenofen entweichenden Feuerungsgase einzurichten, wodurch die Betriebskosten nicht vermehrt werden, so kann dieser Umstand, selbst wenn er durch die Pulsion nicht hinreichend beseitigt werden könnte, doch nicht als gegen dieselbe sprechend angesehen werden.

Für Kasernen und andere Gebäude, die sich unter ähnlichen Verhältnissen befinden (z. B. für Arbeiter-Colonien etc.) hat das Project, welches Leon Duvoir über die Heizung und Ventilation der neuen Kaserne Hôtel-de-Ville in Paris machte, entschieden praktische Bedeutung. Derselbe benützt die Wärme des aus den Kochöfen aufsteigenden Rauches zur Erwärmung von Wasser, welches wieder die zur Aspiration nöthige Wärme abgibt und gleichmässig vertheilt.

Wie es die von ihm richtig gemachte Berechnung zeigt, reicht unter der Voraussetzung, dass die für jeden Mann entfallende Portion an Heizholz 0·7 Pfund betrage, mit welchem ungefähr 3 Mass Wasser zum Kochen erhitzt werden sollen, die übrig bleibende Wärme noch hin die Ventilation von $V = 20$ zu liefern.

Dass durch eine so starke Abkühlung des Rauches das Zugelement bedeutend leide, ist wohl ersichtlich; da man aber diesem Nachtheil erfolgreich begegnen kann, so kann dieser Einwurf nicht als bestimmend betrachtet werden.

Ueber die Arnott'sche Luftpumpe, welche von Dr. Arnott zur Ventilation des Hôpital d'York in England angewendet wurde, möge, weil sie auf einem sinnreichen Principe beruht und öfters bereits von ihr die Sprache war, eine kurze Andeutung Platz finden.

Dieselbe bildet ein Cylindergebläse in der Art eines Gasometers. Da durch den hydraulischen Verschluss die Reibung bei vollkommener Dichte auf ein Minimum herabgesetzt ist, so kann man den Nutzeffect derselben höchstens zu 75% der Arbeit am Dampfkolben gleichsetzen, oder wenn Wasserkraft zur Bewegung

angewendet wird zu 80% an der Welle gemessen und höchstens zu 50% der Wasserkraft selbst. Wenn man demnach auch annimmt, dass die Centrifugal-Ventilatoren nur 25% Nutzeffect der Arbeit des Dampfkolbens liefern, so muss wohl zugegeben werden, dass die Lüftungspumpe einen dreimal billigeren Betrieb gestatte, wogegen aber zu bedenken ist, dass die Steigerung des Luftbedarfes um 100 und noch mehr Procent des gewöhnlichen, wie dies in Spitälern eintreten kann, mit der Arnott'schen Luftpumpe nicht erzielt werden könne und dass bei den Ventilatoren noch lange nicht das letzte Wort gesprochen ist, sondern dass die Möglichkeit, selbst bis 50% Nutzeffect zu erhalten, keineswegs in Abrede gestellt werden kann.

Dies möchte mich auch bestimmen für den Spitalsgebrauch dem Ventilator noch immer den Vorzug zu geben.

Durch fallendes Wasser, welches durch Dampfmaschinen gehoben wurde, die Luftpumpe zu treiben hiesse aber nichts anderes als von der Arbeitskraft der Dampfmaschinen nur 15—20% als Ventilations-Nutzeffect zu gewinnen.

Freilich würde an Orten, wo grosse Wasserleitungen bestehen, wie dies in vielen Städten Englands der Fall ist, auf diese Art die Aufstellung besonderer Dampfmaschinen überflüssig gemacht; wenn man aber hört, dass es so gelingen solle, die Betriebskosten für Ventilation bei einem Spitale von nahe 200 Mann auf 1 Shilling per Tag zu reduciren, so könnte man versucht sein zu lachen.

Wenn ich es mir im Vorhergehenden angelegen sein liess die verschiedenen Ventilationsmethoden, zwischen denen die Wahl nur schwanken kann, mit einander zu vergleichen, so ist es zur Ergänzung noch nöthig, auch einige Bemerkungen über die Verwendungsweise der gelieferten Ventilationsluft zu machen.

Wenn man die Aufgabe, „die Ventilationsluft möglichst gleichförmig und unvermischt mit den Athmungsorganen in Wechselwirkung zu bringen," näher betrachtet, so zeigt es sich, dass die Lösung dieser Aufgabe weit schwieriger zu erfüllen sei, als man dies anfänglich meinen konnte.

Berücksichtiget man nämlich, um das Problem so einfach als möglich zu gestalten, die verschiedenen an den Mauern, Fenstern, Menschen, Beleuchtungs- und Heizapparaten sich bildenden Luftströmungen vor der Hand gar nicht und fasst einen Moment blos in's Auge, wo sich die im Zimmer befindliche Luft im Gleichgewichte befindet, so zeigt sich nach einigen Betrachtungen, dass nur ein verticaler durch den ganzen horizontalen Querschnitt

gleichmässig ab- oder aufsteigender Luftstrom im Stande sei die im Zimmer befindliche Luft durch frische zu ersetzen, weil jeder andere blos an den Seitenwänden oder den Lampris austretende Luftstrom theilweise entgegengesetzte Luftbewegungen daher Wirbel und eine Untermischung der neuen mit der alten Luft hervorbringen würde.

Ich will damit nicht gesagt haben, dass ein verticaler Luftstrom, der in der bezeichneten Weise eingeführt wird, ganz und gar keine Vermischung herbeiführen würde, da eine solche Vermischung durch Diffusion nicht zu vermeiden ist, sondern ich wollte blos die untere Gränze der Vermischung selbst fixiren, unterhalb welcher die Lösung der Aufgabe selbst unmöglich wird.

Ob nun der Luftstrom selbst auf- oder absteigend sein solle, ist durchaus nicht gleichgiltig, sondern es wird dies lediglich durch das Verhältniss der Dichten bestimmt werden.

Es muss nämlich als Grundregel, wie sie sich durch nähere Betrachtung leicht entnehmen lässt, gelten, dass der neue Luftstrom immer dort (Boden oder Decke) eintreten solle, wo er den im Zimmer herrschenden Gleichgewichtsverhältnissen nach hingehört also, wenn er wärmer ist als die Zimmerluft, oben, und wenn er kälter ist, unten; denn nur auf diese Art kann das Fortrücken der Luft gleichförmig blos durch den Druck der nachströmenden Luft bewirkt werden, während im entgegengesetzten Falle ein so rasches Erheben oder Sinken von den Eintrittsstellen aus (die doch nur einen kleinen Theil des gesammten Querschnittes ausmachen können) eintreten würde, dass dadurch, weil sich der grösste Theil des Querschnittes an dieser Bewegung nicht betheiligt (gegen welchen überdies die verdrängte Luft gedrückt wird), nothwendig entgegengesetzte Strömungen entstehen müssen und daher Untermischung der alten und neuen Luft stattfindet.

Nehmen wir nun weiters an, es befinden sich in dem zu ventilirenden Raume Menschen, so werden in Folge dessen in der Umgebung jedes Menschen, besonders aber um den Kopf herum (da der übrige Körper mit schlechten Wärmeleitern umhüllt ist) aufsteigende Luftströme stattfinden, indem in Wohnräumen die Exspirationsluft wärmer ist als die Zimmerluft.

Hieraus ergibt sich aber, dass von den beiden Arten der Luftströmung (vertical auf- oder abwärts) nur eine geeignete sei in einem von Menschen bewohnten Raume die frische Luft möglichst unvermischt den Athmungswerkzeugen zuzuführen und zwar ist es, wie man sieht, nur die vertical aufsteigende Luftströmung. Gleichzeitig ist es auch ersichtlich, dass dies bei der Pulsion gar

keine Schwierigkeiten biete, indem im Sommer die eintretende stets etwas gepresste Luft wegen der stattfindenden Expansion und der Höhe, aus welcher sie geschöpft wurde, stets etwas kühler als die Zimmerluft sein wird und es im Winter in unserer Gewalt steht die eintretende Luft stets etwas kühler zu halten als die Zimmerluft.

In dieser letzten Beziehung glaube ich, dass es hinreiche, die Ventilationsluft bis zur festgesetzten Normaltemperatur zu erhitzen, indem die von den im Zimmer befindlichen Menschen gelieferte Wärme hinreicht die durch die Abkühlungsflächen verloren gegangene Wärme in vielen Fällen zu ersetzen; sollte dies aber nicht der Fall sein, dann müsste ein Heisswasserofen ohne Luftcirculation noch aufgestellt werden, dessen Oberfläche derart bestimmt würde, dass sie dem Wärmeverluste durch die Abkühlungsflächen entspricht, weniger der von den Menschen entwickelten Wärme, welche auf 48 W. per Mann und Stunde veranschlagt werden kann.

Von den andern Nebeneinflüssen als den längs der Wände, Fenster und durch Einfluss des Heizapparates sich bildenden Luftströmungen muss hier abgesehen werden, weil sie in ihrer Grösse zu variabel sind und daher schwer in Rechnung zu ziehen wären.

Im Allgemeinen kann man nur sagen, dass diese Strömungen den Ventilationszwecken Eintrag thun, in Folge dessen auch für den Fall, als die Ventilationseinheit theoretisch vollkommen festgestellt werden könnte, dieselbe doch mit einem Erfahrungs-Coëficienten verbunden werden müsste, welcher Coëficient stets grösser als die Einheit wäre und ausserdem mit der Jahreszeit wechseln müsste. Betrachtet man nun mehre der vorzüglich in Paris ausgeführten Ventilationen mit prüfendem Auge, so kann man fast nirgends in den getroffenen Dispositionen eine Garantie für die Lösung der Ventilationsfrage erblicken.

In allen Fällen sind die Ein- und Ausmündungen der Luft in einer Art angebracht, dass dieselbe nicht in der zweckmässigsten Weise zur Wirkung gelangt.

Da die frische Luft bei gleicher Ventilationsgrösse und unter gleichartigen Verhältnissen offenbar dort am besten verwendet wurde, wo sich die abziehende Luft am meisten verderbt zeigt, so liefert diese Bemerkung uns ein sehr gutes Mittel auf praktischem Wege einen Aufschluss über die zweckmässige Leitung der Ventilation zu erlangen.

In einigen Fällen und zwar vorzüglich bei den älteren Einrichtungen ist ausserdem nicht hinreichende Sorgfalt angewendet

worden um dem Eindringen verdorbener Luft durch Zufälligkeiten, wie sie nie ganz verhindert werden können, verlässlich zu begegnen.

Die Heizung anbelangend hat sich die directe Dampfheizung für Spitäler und Zellengefängnisse als unzulässig erwiesen und es ist auch in dieser Hinsicht, was die gleichmässige Vertheilung der Wärme betrifft, öfter gefehlt worden.

Die in den meisten Spitälern von Paris angeforderte Normaltemperatur von 15° C. während der kalten Jahreszeit scheint mir zu niedrig zu sein, besonders da bekannter Weise bewegte Luft stets als kühler empfunden wird wie ruhende; ich möchte glauben, dass bei einer Ventilationseinheit von 60—100 Kubikmeter 18° C. als Normaltemperatur angefordert werden sollte.

Von der Ueberzeugung ausgehend, dass in einer gehörigen Benützung der gelieferten Ventilationsluft das Geheimniss liege den Luftbedarf und daher die Ventilationskosten auf ein Minimum zu stellen, habe ich eine kleine Skizze entworfen, um damit eine Idee über die Ausführung einer möglichst gleichförmigen Ventilation anschaulich zu machen.

Es kann der Natur der Sache nach hier nicht von einer genauen Normirung der Ausmasse und einer Ausführung der nöthigen Details die Rede sein; es ist eben nur eine Skizze, die eine Idee anschaulich machen soll; ebenso wurde, da es sich nur um die Ventilation handelt, alles auf Heizung und Abkühlung Bezügliche hinweggelassen.

In der beigefügten Zeichnung sieht man Fig. 1 den Grundriss, Fig. 2 das Profil und Fig. 4 einen horizontalen Durchschnitt und die entsprechende Ansicht eines nach dieser Idee ventilirten Spitalsgebäudes, bei welchem von einem 9 Schuh breiten Corridore 4 Klafter breite und 7 Klafter tiefe Zimmer auslaufen.

Anschliessend an die Gangmauer und über dem Gewölbe des Ganges läuft die blecherne Hauptleitung der Ventilationsluft.

In jeder zweiten Mittelmauer zweigt sich von derselben ein 13½ Zoll hoher und 6 Zoll breiter Canal *b* ab, welcher wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, durch gefalzte 1½ Zoll dicke Thonplatten in zwei 6 Zoll im Quadrat habende Canäle geschieden ist, welche inwendig äusserst sorgfältig mit Cement verputzt werden, so dass ja keine Verbindung zwischen beiden Canälen bestehe.

Von diesen beiden Canälen bildet der obere die für 2 Zimmer dienende Nebenleitung für die Zuführung frischer Luft und steht mit der Ventilations-Hauptleitung in Verbindung, an welcher Stelle sich auch die Stellklappe befindet.

Der untere der Canäle dient zur Ableitung der verdorbenen

Luft und mündet in der Façade des Gebäudes entweder frei, wo die Ausmündung durch entsprechende Ornamente unbemerkbar gemacht werden könnte, oder besser noch lässt man den Canal in einen runden Kamin münden, welcher in der vorderen Hauptmauer angebracht ist und durch welchen die verderbte Luft in die Höhe geschafft wird.

Man könnte hier recht gut denselben Schornstein für alle über einander befindlichen Räume benützen, wenn man nur durch Register die Möglichkeit herbeiführt einen der Räume beliebig ausschliessen zu können, ohne dass sich die schlechte Luft in denselben ergiesst.

Die Decke und der Boden der Zimmer wird durch ein System Träger von Eisenblech *d* gebildet, welche sowohl die Sturzträme als auch die Polsterhölzer entbehrlich machen und nebenbei die Rolle haben, die zugeführte frische Luft gleichmässig zu- und die schlechte ebenso abzuführen.

Wie aus Fig. 3 deutlicher zu ersehen ist, sind die Träger durch eine mittlere Scheidewand in 2 Theile geschieden, von denen der obere mit dem oberen Canale in der Scheidemauer und der untere mit dem gleichnamigen Canale in der Scheidemauer communicirt.

Dass hier wieder vollständige Isolirung jedes Theiles von dem andern Hauptsache sei, erhellt von selbst.

Auf der oberen Seite des Trägers ist ein $1\frac{1}{2}$ Zoll starkes Brett von hartem Holz aufgeschraubt, welches mit halbem Falz die einzelnen 2 Schuh $9\frac{1}{2}$ Zoll langen und $1\frac{1}{2}$ Zoll starken Bretter niederhält.

Man ist so leicht im Stande überall hin Zutritt zu haben.

In dem oberen Deckstücke von hartem Holz befinden sich nun die Ausflussöffnungen und zwar in unserem Falle in einer Distanz von 1 Schuh 6 Zoll. Diese Oeffnungen sind mit einem kleinen Gitter aus Eisenblech geschlossen. Aehnliche Oeffnungen aber ohne Gitter befinden sich an der untern Seite des Trägers und es tritt durch dieselben die schlechte Luft aus.

Die lichte Oeffnung dieser Luftlöcher sollte bei gleicher gegenseitiger Entfernung nach Massgabe ihrer Distanz vom Luftcanale auch zunehmen; es wurde jedoch hier auf dieses Detail keine Rücksicht genommen, weil dasselbe auf praktischem Wege viel leichter festgestellt werden kann.

An den beiden Enden der Träger sind bei *c* Ausputzthüren angebracht, durch welche man in den Stand gesetzt ist mittelst Bürsten, die an einem starken Draht befestigt sind, den hineingefallenen Staub und Schmutz zu entfernen.

Durch entsprechende Construction der Einmündung des Trägers in den Luftcanal könnte man es auch verhindern, dass in den Träger eingedrungenes Wasser sich in den Luftcanal ergiesst.

Dass bei dieser Art der Luftführung die Ventilation vollkommen regelmässig und zweckentsprechend geleitet werden könne, dürfte wohl kaum beanständet werden, wenn sich auch keinesfalls verkennen lässt, dass bei der praktischen Durchführung der veranschaulichten Idee noch viele Schwierigkeiten zu besiegen wären, was aber jedenfalls möglich ist.

Um die Heizung zu bewirken, könnte man durch die oberen Theile der Träger Heisswasserröhren legen, welche in denselben Träger stets wieder zurückkehrend an jedem Orte eine gleiche Temperatur hervorzubringen gestatten.

Man brauchte sich in diesem Falle nicht zu fürchten, dass ein Theil der Wärme an die abziehende Luft nutzlos abgegeben würde, wenn man nur den gestellten Anforderungen gemäss die eintretende Luft höchstens bis zur Zimmertemperatur erwärmt; wo die abziehende Luft, wärmer als die eintretende, eher noch selbst Wärme an die letztere abgibt als umgekehrt.

Ventilations-Kosten.

Wird die Ventilation mit der Heizung verbunden, wie es stets der Fall ist, so reduciren sich die Kosten für die Ventilation meist nur auf jene für die erste Einrichtung.

Was diese letztere sowohl bei Annahme von Wärmeventilation als auch von Pulsion anbelangt, so hält es ziemlich schwer hierüber annähernd genaue Zahlen anzugeben, da selbst bei ein und demselben System der jedesmalige besondere Zweck und die Gesammtanzahl Grössen sein werden, von welchen die pro 1 Mann entfallenden Kosten eine Function bilden.

Aus mehren Berechnungen dürften sich mit einiger Genauigkeit folgende Angaben über die Herstellungskosten für die Verhältnisse von Wien abstrahiren lassen, wobei die Voraussetzung erstens gemacht wird, dass ein bereits bestehendes Spital oder eine Kaserne für Ventilation und Heizung eingerichtet werden soll.

Wärmeventilation mit Heisswasserheizung (System von Leon Duvoir).

Bei Kasernen für 1000 Mann, per Mann 25 fl. österr. Währ.
" " " 2000 " " " 22 " " "

Bei Spitälern*)	für	500	Kranke,	per Mann	55	fl. österr. W.
„ „	„	1000	„	„ „	45	„ „

Pulsions-System mit Dampfheizung und partieller Heisswasser-Circulation.

Bei Kasernen	für	1000	Mann,	per Mann	40	fl. österr. W.
„ „	„	2000	„	„ „	30	„ „
„ Spitälern*)	„	500	Kranke,	„ „	65	„ „
„ „	„	1000	„	„ „	50	„ „

Die Kosten sind, wie man sieht, sehr bedeutend und zwar um so mehr, als die angegebenen Preise eher Minimalpreise sein dürften als das Gegentheil.

Der grosse Kostenaufwand lässt sich, wenn man auch vorläufig von den Anforderungen der Humanität absieht, theilweise selbst vom ökonomischen Standpunkte aus motiviren und zwar:

1. Werden jährlich von den sonstigen Beheizungskosten an 20% erspart, obgleich eine gleichmässige Temperatur erhalten wird und Gänge sowohl wie Stiegen geheizt werden.
2. Kann die Belagsfähigkeit vermehrt werden, da die Einhaltung eines bestimmten Kubikraumes kein bestimmendes Moment bildet.
3. Wird die Gesammtgrösse des jährlichen Krankenstandes sicher bedentend reducirt werden, wodurch ebenfalls Ersparungen resultiren, indem die Beköstigung der Kranken mehr kostet als jene der Gesunden.
4. Wird die Genesung beschleunigt und die Reconvalescentenzeit abgekürzt.

Bei Neubauten stellen sich die Kostenverhältnisse noch weit günstiger und zwar werden nicht nur eine Masse Arbeiten ganz überflüssig gemacht, sondern es stellen sich bedeutende Reductionen noch vorzüglich aus folgenden Gründen in Aussicht:

1. Kann die Stockwerkshöhe um 2—3 Schuh herabgesetzt werden, wodurch leicht die Möglichkeit geboten ist, ein Stockwerk mehr anbringen zu können, als es sonst für zulässig erachtet wird.
2. Können Constructionen gemacht werden, welche mehre Zwecke unter Einem zu erreichen gestatten.

Auf diese Art glaube ich, dass bei dem Neubau einer Kaserne die auf einen Kopf reducirten Kosten um nichts vermehrt würden, während bei dem Neubau eines Spitals ein Zuschlag von

*) Gänge und Stiegen sind sowohl ventilirt als gehei .

10—15 fl. (je nach der Grösse des Spitals) per Kopf zu den bisherigen Kosten genügen würde.

Der Betrieb der Ventilation und Heizung übersteigt nie die sonstigen blos für Heizung benöthigten Kosten; ja man kann bei einem grossen Spitale selbst noch eine Ersparung von 10—20% der früheren Heizungskosten gewärtigen.

Abkühlung der Luft.

Die Kunst einer negativen Heizung oder einer Abkühlung der Zimmerluft ist wohl schon längst ein tiefgefühltes Bedürfniss gewesen, da abgesehen von der Annehmlichkeit, die eine kühle dabei aber gesunde Luft in den Sommermonaten selbst in unserem Klima bieten würde, eine niedere Temperatur oft das wesentlichste Moment zur Heilung und Verhütung mancher Krankheiten bildet.

Leider gehörte die Realisirung dieses Bedürfnisses lange unter die Classe frommer Wünsche, da die Schwierigkeiten, welche sich der praktischen Durchführung entgegensetzten, ohne grosse Kosten fast unüberwindlich erschienen.

Seit der Zeit jedoch, als die künstliche Ventilation zur Luftreinigung benützt wurde, ersah man, dass eine Möglichkeit existire, die Luft mit geringen Kosten abzukühlen.

Es lag wohl ziemlich nahe, die eintretende Luft zuvor durch Gefässe zu leiten, welche mit kaltem Wasser oder noch besser mit Eis gekühlt waren, wie dies in der That bereits ausgeführt wurde. Man könnte sich zu diesem Zwecke einer Art Kühlgefäss bedienen, wie es bei Destillations-Vorrichtungen angewendet wird.

Wie sich aus einfachen Betrachtungen ergibt, sieht man leicht, dass eine solche Abkühlungsweise nur unter besonderen Verhältnissen in ökonomischer Hinsicht zulässig sei.

Was die Abkühlung durch Zuhilfnahme von kaltem Wasser anbelangt, so setzt dies erstens voraus, dass ein hinreichend kaltes Wasser leicht zu haben sei und dass die Kosten für die Bewegung des Wassers nicht viel betragen.

Die letztgenannten Kosten würden aber sehr bedeutend sein, wenn nicht sehr günstige Verhältnisse obwalten, da die Menge des benöthigten Wassers ziemlich bedeutend wäre.

Nimmt man beispielsweise an, dass die herrschende Temperatur der Luft von 30° C. auf 20° C. erniedrigt werden solle, während das disponible Wasser 10° hat, so zeigt es sich, dass für nahezu 3 Kubikmeter Luft ein Kilogramm Wasser und für $V = 60$ ungefähr 20 Kilogramm Wasser benöthigt würden.

Berechnet man hienach den nöthigen Wasserbedarf z. B. nur für 100 Mann und blos während der Tageszeit, so findet man, dass, wenn das Wasser erst durch Pumpen herbeigeschafft werden sollte, dies ziemlich bedeutende Kosten veranlassen würde.

Die Abkühlung der Luft mittelst Eis anbelangend ersieht man, dass unter denselben Voraussehungen, wie sie bei dem früheren Beispiele gemacht wurden, ein Kilogramm Eis von 0^0 nahezu 30 Kubikmeter Luft abkühlen könnte, dass also für $V = 60$, 2 Kilogramm Eis erfordert würden.

Berechnet man nun hienach den nöthigen Eisbedarf z. B. für ein Spital von 500 Mann, wenn blos während 12 Stunden die Luft abgekühlt werden soll, so ergebe dies nicht nur einen täglichen Bedarf von 12.000 Kilogramm Eis, sondern es müssten zu den Kosten des Eises noch jene für den Transport desselben zu den Kühlapparaten hinzugerechnet werden. Abgesehen von diesen bedeutenden Kosten ist diese Abkühlungsmethode in manchen Gegenden wegen Mangel an Eis gar nicht ausführbar.

Um aber auch in solchen Gegenden, wo ja eben die Abkühlung am nothwendigsten ist, dieselbe bewerkstelligen zu können, hat Smith einen Apparat construirt, wo die Ventilationsluft zuerst comprimirt, auf die gewöhnliche Temperatur abgekühlt und erst hienach in den bestimmten Raum einströmen gelassen wird, wo sie sich beim Expandiren abkühlt.

Abgesehen von dem misslichen Umstande, dass, wenn auf diese Art eine bedeutende Abkühlung bewerkstelligt werden soll, die Compression ziemlich hoch getrieben werden müsste, wodurch sämmtliche Constructionsverhältnisse sehr erschwert würden, so ist auch eine solche Ventilation sehr kostspielig.

Sehen wir von allen rein theoretischen Betrachtungen ab, die man aus dem Umstande, dass die bei der Expansion gebundene Wärme gleich der bei der Compression frei gewordenen sein müsste und gestützt auf das Verhältniss der Wärmecapacität der Luft bei constantem Volum, so wie auf das mechanische Aequivalent der Wärme, von welchem höchstens 20% als Nutzeffect erhalten werden können, ableiten könnte, und fassen die Aufgabe blos beispielsweise in's Auge; so finden wir unter der Voraussetzung, dass die Compression durch einen Hochdruck-Ventilator bewerkstelligt werden solle, in den hierauf bezüglichen Versuchen von Rittinger*) (11. Versuch) folgende Angabe:

---

*) Siehe Centrifugal-Ventilatoren und Centrifugal-Pumpen von P. Rittinger, Seite 263. Das genannte Werk kann für die Zwecke der mechanischen Ventilation

Bei einer Windpressung von 0m··83 am Wassermanometer lieferte der Ventilator bei 1180 Umdrehungen in der Minute während derselben Zeit 38·4 Kubikmeter Luft, welche durch 2 Düsen von 0m·0·65 Durchmesser ausströmte.

Hiebei wurde die Luft (S. 264 unten) um 10° C. erwärmt.

Die nöthige Betriebskraft betrug 1842 Kilogrammometer = 24·6 Pferdekraft und das Verhältniss des Nutzeffects zur Betriebskraft (Wirkungsgrad) war wie 0·29 : 1.

Es würde hienach die Betriebskraft für ungefähr 40 Mann bei $V = 60$ wenigstens 20 Pferdekräfte in Anspruch nehmen, wobei vorausgesetzt wird, dass durch die besonderen bei der Ventilation ausführbaren Massregeln (vor Allem keine Verengerung im Luftcanale) der Wirkungsgrad wenigstens auf 0·33 gebracht werden könnte.

Eine andere Abkühlungsmethode und nach meiner Ansicht auch die für den allgemeinen Gebrauch anwendbarste besteht darin, dass man die Abkühlung durch Verdunsten von Wasser hervorbringt.

Der Hauptsache nach könnte diese Methode auf folgende Art in Ausführung gebracht werden.

Man denke sich den Hauptstrom der Luft an einer bestimmten Stelle durch einen Apparat (Refrigerator) unterbrochen, welcher aus ziemlich vielen (100—200) dünnwandigen kupfernen Röhren besteht, durch welche der Luftstrom hindurchzugehen gezwungen ist und deren Gesammtquerschnitt grösser als der Querschnitt des Hauptrohres ist, um einer Vermehrung der Bewegungshindernisse durch Reibung zu begegnen.

Jede einzelne dieser Röhren sei nun mit einem Ueberzuge von Flanell versehen, welcher aus einem geeignet aufgestellten Gefässe stets ziemlich gleichförmig mit Wasser durchtränkt erhalten wird, ohne dass dasselbe überschüssig abläuft. Der ganze Apparat selbst stehe in einem Raume, der mit einem Kamine in Verbindung steht, in welchem demnach stets ein Luftzug herrscht; gleichzeitig sei aber auch die Möglichkeit geboten einen Theil der Gebläseluft selbst auf die äussere Seite der Röhren einwirken lassen zu können um dadurch die Verdunstung zu beschleunigen, wenn es Noth thut.

Die Function dieses Apparates ist nun selbstverständlich und es handelt sich mehr darum für's Erste anzugeben, in wie weit

---

im vollen Masse bestens empfohlen werden, da die hiefür nöthigen Grundprincipien mit einer besonderen Gründlichkeit, Fasslichkeit und mit stetem Hinblick auf die Prax behandelt werden.

man es auf diese Art in der Gewalt habe die Luft abzukühlen und welche Kosten hiedurch verursacht werden; ausserdem aber sollte noch angegeben werden, ob und wie weit man es in der Gewalt habe, die Abkühlung zu vergrössern und überhaupt zu reguliren.

Was die möglicherweise zu erzielende Temperaturerniedrigung der Luft anbelangt, so ist das Maximum derselben, wenn der Apparat keiner bewegten Luft ausgesetzt ist, gleich der psychrometrischen Differenz, also selbst von der herrschenden Temperatur und dem herrschenden Barometerstande so wie Feuchtigkeitgrade abhängig.

Dass sich diese, wenn auch nicht allgemein, so doch für jeden besonderen Fall bestimmen liesse, ist bekannt*); doch wird man, um einer mühevollen Rechnung auszuweichen, am besten thun, in den verschiedenen psychrometrischen Tabellen, z. B. jenen von Kämtz, sich hierüber direct Aufschluss zu verschaffen; im Allgemeinen kann man während der heissen Jahreszeit bei einer äusseren Temperatur von mehr als 30° C. stets eine Temperaturverminderung von 7—10° C. gewärtigen, wenn das Wasser selbst eine Temperatur von 12—20° hat. Diese Temperaturerniedrigung kann aber um 2, ja selbst um 5° noch vermehrt werden, wenn der Abkühlungsapparat einer bedeutenden Zugluft ausgesetzt wird.

Nehmen wir beispielsweise eine Temperaturerniedrigung von 10° C. und eine Abkühlungstemperatur von 20° C. an (also die äussere Luft zu 30° C.), so benöthigt ein Kilogramm Wasser, wenn nach Regnault die Gesammtwärme des Dampfes bei 20° zu 612·6 W. gesetzt wird, ohngefähr 590 W., um in Dampf von 20° verwandelt zu werden, wodurch ungefähr 180 Kubikmeter Luft um 10° C. abgekühlt werden können, wenn die durch das Wasser selbst bedingten Wärmeveränderungen nicht in Betracht gezogen werden.

Es sind daher für 3 Ventilationseinheiten, wo $V = 60$ ist, ein Kilogramm Wasser und bei einer 12stündigen Abkühlung pro

---

*) Nennt man E die Spannkraft des in der Luft befindlichen Wasserdampfes, e' jene, welcher der Temperatur t' entspricht, b den Barometerstand (Alles in mm), so ist bekannterweise $E = e' - Ab\,(t - t')$, wenn $t - t'$ die psychrometrische Differenz und A ein constanter von der Oertlichkeit, wo der Psychrometer aufgestellt ist, abhängiger Factor ist, den wir $= 0{\cdot}0006246$ annehmen können. Um hieraus t' zu bestimmen müssen wir e' durch t' ausdrücken, wozu wir die Formel von Regnault für die Spannkraft der Wasserdünste zwischen 0 und 100°, wo $\log.\ e' = 4{\cdot}738438 + 0{\cdot}013616.\ 1{\cdot}0159329\,t' - 4{\cdot}0878.\ 0{\cdot}99248\,t'$ ist, benützen können. Wie man sieht, enthält der Ausdruck für t' dasselbe in einer Form, dass nur für jeden einzelnen Fall eine bestimmte Lösung mittelst der Regula falsi ermöglicht ist.

Mann 4 Kilogramm Wasser nothwendig, woraus sich leicht die Kosten berechnen lassen, welche durch die Herbeischaffung der gesammten Wassermenge erwachsen würden.

Dass diese Kosten ziemlich unbedeutend sein würden, ist ersichtlich; mehr kämen dabei die Verluste zur Sprache, die verursacht würden, wenn man einen Theil der Gebläseluft opfern müsste, um die Abkühlung zu vergrössern.

Da ich eine Abkühlung von 10° C. so ziemlich als ein Maximum bezeichnet habe, so entsteht nothwendig die Frage, ob es denn nicht möglich sei, die Abkühlung noch weiter zu treiben, als wie sie durch die herrschenden Verhältnisse begränzt ist.

Die Lösung dieser Aufgabe ist vor Allem nur dann möglich, wenn der ökonomische Gesichtspunkt ganz und gar nicht massgebend ist.

Hat man Eis, so ist noch ziemlich leicht zu helfen; fehlt aber dieses, dann bliebe wohl nichts anderes übrig als zu Kältemischungen seine Zuflucht zu nehmen, in welchem Falle man natürlich nur solche Mischungen anwenden könnte, die durch Abdampfen wieder gewonnen werden können, wo also die Kälte durch eine nahezu äquivalente Menge an Wärme erzeugt werden kann.

Wie die Anwendung dieser Kältemischungen stattfinden müsste, ist wohl selbstverständlich; jedenfalls wird aber diese Abkühlungsmethode sehr kostspielig sein und könnte doch nur ausnahmsweise in Spitälern für einzelne Localitäten in Anwendung kommen, wo eine bedeutende Temperaturs-Erniedrigung von den Aerzten als unumgänglich nöthig erachtet wird.

Auf welche Art übrigens eine Regulirung der Abkühlung unterhalb des Maximums möglich sei, ist leicht ersichtlich.

Die Verminderung des Luftzuges im Kamine durch stellbare Klappen oder eine Regulirung durch die Menge des zufliessenden Wassers könnte leicht bewirkt werden.

Ebenso könnte durch die Möglichkeit, die Kupferröhren des Refrigerators kürzer oder länger zu stellen oder die Benässung derselben ganz oder theilweise auszuführen, ein Mittel zur Regulirung des Abkühlungsgrades geboten werden. Ueber die Aufstellung des Refrigerators und ob sämmtliche Luft einer Abkühlung unterworfen werden solle, werden die näheren besonderen Verhältnisse entscheiden.

In dem Saale des séances de l'Académie des sciences wird nach dem gleichen Principe die Luft abgekühlt und zwar sollen mehrere Versuche gezeigt haben, dass bei einer äusseren Tempe-

ratur von 20—30° C. jene der abgekühlten Luft durchschnittlich 16° C. betrug.

Die Luft wird daselbst über dem Dache aufgefangen und passirt ein leichtes Schirmdach, in dessen Schatten bereits eine kleine Abkühlung stattfindet; hierauf gelangt die Luft in zwei Abkühlungsapparate, welche aus Eisenblech gebildete und mit Wasser von 12° C. gefüllte Kästen sind.

Diese Kästen sind von 120 Röhren durchzogen, deren Wände ebenso wie jene der Abkühlungsapparate mit sehr kleinen Löchern versehen sind, durch welche das Wasser hindurchsickert und verdunstet. Gegen diese Methode, sowie auch gegen jene im Hôpital du Nord, wo man Wasser in feinen Strahlen in die Ventilationsluft einspritzen will (bei Anwendung des Pulsions-Systems), möchte ich einwenden, dass auf diese Art die Luft mit zu viel Feuchtigkeit beladen werde, was sicher der Gesundheit nicht förderlich ist, indem nicht nur die Luft bis zum Maximum mit Wasserdampf gesättigt, sondern überdies noch mechanisch mit fortgerissenes Wasser enthalten würde.

Aus diesem Grunde habe ich für den Refigerator eine andere Form empfohlen, bei welcher der Contact des Wassers mit der Luft vermieden wird.

Desinfection der Luft.

Die Fälle, in welchen man zur Anwendung von Desinfectionsmitteln (d. i. Stoffen, welche die schädlichen Bestandtheile der Luft chemisch binden oder in weniger schädliche Producte umwandeln) seine Zuflucht nimmt, können ziemlich verschiedenartig sein.

Es kann entweder der Fall vorkommen an Orten, wo besonders viele und schädliche Gase vorkommen, auf eine kurze Zeit den Zutritt zu ermöglichen (Reinigung der Cloaken und Senkgruben oder auch bei manchen chemischen und medicinischen Operationen), oder handelt es sich darum Orte, wo besonders übelriechende Gase entwickelt und von da den nachbarlichen Räumen mitgetheilt werden, von denselben zu befreien, oder hat man es endlich darauf abgesehen, während Epidemien die Luft von Miasmen direct zu befreien oder die sie bedingenden Momente aufzuheben.

Die Mittel, welche zu den vorgenannten Zwecken hauptsächlich in Anwendung zu kommen pflegen, bestehen entweder in gut ausgeglühter Kohle von weichen harzfreien Hölzern, in den Chlor- oder Schwefelsäureverbindungen des Mangan- oder des Eisen-

oxyduls und in den Verbindungen der schweflichten Säure mit Kalk; dass man sich bei chemischen Operationen auch je nach der besonderen Beschaffenheit derselben anderer Mittel bedienen könne, erhellt von selbst.

Dass ausser den genannten Mitteln auch noch andere theils angewendet wurden oder noch angewendet werden oder wenigstens empfohlen wurden, ist bekannt; sie finden jedoch hier keine weitere Erwähnung, indem sie erfahrungsgemäss zur Reinigung der Luft entweder aus dem Grunde nicht taugen, weil sie an und für sich selbst schädlich sind (Chlorräucherungen etc.), oder weil sie den beabsichtigten Zweck gar nicht erreichen, sondern das Uebel nur der Wahrnehmung durch den Geruchssinn entziehen (Räucherungen mit Essig, vinaigre à quatres voleurs, mit Wachholder, Zucker oder sonstigen aromatischen Stoffen).

Die Desinfectionsmittel wirken entweder dadurch, dass sie einzelne schädliche Gase direct binden oder dieselben absorbiren wie die Kohle, wo dann innerhalb der Poren der Kohle eine Wechselwirkung der absorbirten Stoffe (meist eine Oxydation) stattfindet.

Immer beschränkt sich aber diese Einwirkung der Desinfectionsmittel mehr nur auf einige gasförmige Fäulnissproducte als auf die in fester Form höchst wahrscheinlich vorkommenden Miasmen, wenn man nicht annehmen wollte, dass das Ammoniak das Vehikel bilde, vermöge dessen die Miasmen in der Luft aufgelöst erhalten und daher abgeschieden werden müssen, wenn das Ammoniak entfernt wurde, was jedoch sehr unwahrscheinlich ist.

Werden aber die Desinfectionsmittel den Stoffen selbst zugesetzt, durch deren Fäulniss sich eben die schädlichen Ausdünstungen gebildet haben, so wirken sie verändernd auf den Verlauf des Fäulnissprocesses in verschieden hohem Grade ein, worüber später mehr erwähnt werden wird.

Betrachten wir nun vor der Hand die oben angeführten Fälle, wo eine Desinfection der Luft eingeleitet werden muss, so leuchtet es von selbst ein, dass in den erstgenannten Fällen Vorrichtungen, wie der von Stenhouse angegebene Respirator, sehr zweckmässig sein würden.

Ersetzt man die bei diesem Respirator angewandte Holzkohle durch eine solche, die mit einer Lösung von Platinchlorid in jener Concentration, wie es gewöhnlich als Reagenz angewendet zu werden pflegt, durchfeuchtet und nochmals stark ausgeglüht wurde, so wird die Wirkung des Apparates sehr bedeutend erhöht.

Da bei Anwendung des Stenhous'schen Respirators die Luft ebenfalls filtrirt wird, so dürften mit Hilfe desselben auch jene

Bestandtheile ferngehalten werden, welche nur schwebend in der Luft enthalten sind.

In dem zweiten Falle, der meist auf die Inficirung der Luft durch die Aborte hinausläuft, ist vorzüglich eine gute Ventilation oder wenigstens eine entsprechende Construction und Stellung des Aborts berufen dem Uebel zu steuern.

Der dritte Fall, wo es sich darum handelt die in der Luft vorhandenen Miasmen zu zerstören, bietet in der Ausführung bedeutende Schwierigkeiten dar, wenn auch die äussere Luft mit derartigen Miasmen beladen ist; in dem Falle, als der von Miasmen zu reinigende Raum selbst der Infectionsherd ist, bietet eine kräftige und zweckmässig gerichtete Ventilation selbst das beste Abhilfsmittel, wenn es anders unmöglich ist die Ursachen der Miasmenbildung zu beseitigen.

Der letztgenannte Fall könnte aber vorkommen z. B. in Fiebergegenden, wo zur Heilung der Erkrankten eine gesunde miasmenfreie Luft die nothwendigste Bedingung zur Genesung bildet und doch die Möglichkeit nicht geboten ist die Kranken in gesunde Gegenden zu transportiren.

Die Erfahrungen, die man nun über die directe Zerstörbarkeit der Miasmen durch Räucherungen oder sonstige der Luft ausgesetzte Stoffe vorzüglich bei den Cholera-Epidemien gemacht hat, haben gezeigt, dass es kein Mittel gebe die in der Luft vorhandenen Miasmen zu zerstören, wenigstens keines, welches mit Bezug auf andere Rücksichten anwendbar wäre.

Nichts desto weniger bin ich der Ueberzeugung, dass auch hier Rath geschafft werden könne, wenn es auch stets als die sicherste Abhilfe betrachtet werden muss die Bildung von Miasmen selbst zu verhindern, wie dies manchmal möglich ist.

Bei Gelegenheit, als ich die Vortheile des Pulsions-Systems für die Ventilation auseinandersetzte, habe ich schon eines hieher gehörigen Mittels erwähnt, von dem ich die besten Resultate erwarte.

Wird nämlich die vom Ventilator angesaugte Luft vermittelst eines Kamins aus einer höhern Luftschichte (wenigstens 30—50 Klafter über dem äusseren Terrain) herabgeholt, so ist nach vielfältigen Erfahrungen anzunehmen, dass die aus dieser Höhe angesaugte Luft wenig oder gar keine Miasmen enthalten werde.

Da inzwischen der Ausführung so hoher Kamine, die in von höheren Bergen umgebenen Ortschaften noch höher gehalten werden müssten als 50 Klafter, manchmal wegen der erforderlichen Höhe oder aus anderen Rücksichten, wie z. B. bei Festungen, Bedenken entgegengesetzt werden könnten und da ferners es doch möglich

sein könnte, dass die den höheren Regionen entnommene Luft nicht stets frei von schädlichen Stoffen wäre, so müsste ein anderes Verfahren eingeschlagen werden die Luft zu desinficiren.

Die Idee, welche diesem Verfahren zu Grunde liegt, hat sich aus den Resultaten entwickelt, die man bei Untersuchungen erhielt, wo der Einfluss der Luft auf die Fäulniss erforscht wurde.

Bekannterweise fand man, dass ausgeglühte oder filtrirte Luft in manchen Fällen den Eintritt der Fäulniss vollkommen aufhebt oder wenigstens verzögert; in allen Fällen verlaufen aber bei alleinigem Zutritt von ausgeglühter oder filtrirter Luft die Fäulnisserscheinungen in einer andern Weise als dies bei Zutritt von gewöhnlicher Luft geschehen wäre.

Macht man diesen Versuch z. B. mittelst vollkommen gereinigter Baumwolle, die man nachher in einem von der Luft abgesperrten Gefässe mit destillirtem Wasser auskocht, so findet man, dass dieses Wasser auf die Lösung von Uebermangansäure einen reducirenden Einfluss ausübe.

Als Controleversuch erzeugt man aus der gleichen Menge auf gleiche Weise gereinigter ungebrauchter Baumwolle ebenso einen Absud und man wird finden, dass wenn auch eine geringe Reduction stattfindet, woran einzelne losgetrennte Baumwollfasern *) die Schuld tragen, doch die Menge reducirter Uebermangansäure weit unter der mit dem ersten Absude erhaltenen stehe. Einige andere Versuche, die man aber stets mit bedeutenden Luftmengen (bis 1 Kubikmeter) anstellen muss, deuten ziemlich scharf darauf hin, dass bei Anwendung von Baumwolle wirklich grossentheils blos eine Filtration stattgefunden habe und dass nur feste Bestandtheile auf diese Art aus der Luft entfernt werden können, während durch die Kohle entschieden eine Veränderung in den quantitativen Mengen der luftförmigen Bestandtheile stattgefunden hat. Liess man die zu untersuchende Luft zuerst durch Baumwolle und hienach durch Kohle hindurchstreichen, so konnte in derselben keine organische oder die Uebermangansäure reducirende Substanz mehr nachgewiesen werden. Verschiedene andere Versuche und Combinationen haben mir ziemlich deutlich den Beleg dafür geliefert:

1. Dass organische Substanzen stets in der Luft enthalten seien, wenigstens in jener, die in einer geringeren Höhe aufgefangen wurde.

*) Obgleich die Flüssigkeit stets durch Prüfen mit dem freien und auch mit bewaffnetem Auge auf die Anwesenheit losgetrennter Baumwollfasern geprüft wurde, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass die geringe Reduction auf Rechnung einzelner unbemerkbarer Baumwollfasern zu setzen sei.

2. Dass die Menge derselben sehr variire und in geschlossenen Räumen durch das Athmen der Menschen und das Brennen von Leucht- und Heizmaterial sehr bedeutend vermehrt werde.
3. Dass die organischen Substanzen theils luftförmig, theils fest oder in Bläschenform (Dünste) in der Luft enthalten seien.
4. Dass keinem der constanten Bestandtheile der Atmosphäre die Rolle zugeschrieben werden könne das Vehikel zur Auflösung dieser Stoffe zu bilden.
5. Dass dem Ozon bezüglich der Fäulniss erregenden Kraft gewöhnlicher Luft auch ein bestimmter Einfluss zugeschrieben werden müsse und dass dasselbe in gewisser Hinsicht als complementär den organischen Stoffen betrachtet werden könne.
6. Dass manche fäulnissfähige Stoffe das Vermögen besitzen den gewöhnlichen Sauerstoff chemisch zu polarisiren und denselben in positiven und negativen Ozon-Sauerstoff zu differenciren.

Die hiefür als Beleg dienenden Versuche *) behalte ich mir vor, wenn ich zu einem Abschlusse gelangt sein werde, in ihrem Zusammenhange bekannt zu machen. Ich habe nur die obigen Aussprüche anticipirt, weil ich auf dem Verhalten der Luft gegen Baumwolle und Kohle das Verfahren basire eine von Miasmen inficirte Luft von denselben zu befreien.

Das Verfahren selbst ist in Kurzem folgendes:

Denkt man sich den Ventilator in der bereits besprochenen Weise aufgestellt, dass er die Luft aus einem Kamine ansaugt, dessen Mündung die anderen Schornsteine jedenfalls um einige Klafter überragt und in diesem Kamine eine Erweiterung angebracht, wo querüber 2 Drahtgeflechte in einem Abstande von 2—3 Meter angebracht sind, so hat man der Hauptsache nach alle zur Desinfection nöthigen festen Bestandtheile. Sollte nun die Nothwendigkeit zur Desinfection eintreten, so wird auf das obere Drahtgeflecht Baumwolle zu unterst locker in einer Höhe von 4—5 CM. gelegt und darüber gut ausgewaschene Scheerwolle in einer Höhe von 2—3 CM. gestreut; auf das untere Drahtgeflechte kommt gut vom Staub befreite und in nussgrosse Stücke zerschlagene Kohle von Weide-, Pappel-, Erlen- oder Lindenholz in einer Höhe von 1½ Decimeter.

Theils um den Luftstrom in dieser Desinfections-Abtheilung zu verlangsamen, damit kein Pressen der Wolle eintreten könne und

*) Dieselben wurden in der Absicht angestellt in die noch immer räthselhaften Vorgänge der Fäulniss etwas mehr Licht zu bringen. Je tiefer man hier eindringt, um so grösser werden die Schwierigkeiten, die noch zu besiegen sind.

Zeit zur Wechselwirkung gelassen werde, theils um den Reibungswiderstand zu verringern müsste der Querschnitt dieser Abtheilung wenigstens zwei- bis dreimal so gross gemacht werden als der Querschnitt des Kamins. Um aber durch die Anbringung dieser Abtheilung keine constructiven Schwierigkeiten für den Kamin herbeizuführen könnte diese Abtheilung in der Art einer Kammer im Dachboden des Gebäudes angebracht werden, welche dann durch Canäle mit dem obern und untern Theile des Kamins in Verbindung stünde.

Vermittelst Register oder Drehklappen könnte diese Desinfectinskammer in den Luftzug eingeschaltet oder von demselben ausgeschlossen werden.

Die Kosten, welche auf diese Art die Desinfection veranlassen würde, wären kaum zu berücksichtigen, da sie in einem geringen Mehraufwande an mechanischer Kraft beständen, welcher den vergrösserten Reibungshindernissen äquivalent wäre.

Die für Kohle und Baumwolle erwachsenden Mehrkosten wären ebenfalls sehr gering, da beide, wenn sie durch den Gebrauch untauglich würden, mit einem kleinen Verluste wieder leicht brauchbar gemacht werden könnten.

Massregeln um der Bildung von Miasmen und den sonstigen das Verderben der Luft begünstigenden Einflüssen zu begegnen.

Dieselben lassen sich unter zwei Gesichtspunkte bringen und zwar umfasst der erste derselben blos jene Massregeln, deren Beaufsichtigung und Ausführung dem einzelnen Besitzer zusteht und ganz von den besonderen Zwecken abhängig ist, zu welchen die bewohnten Räume verwendet werden, während unter dem zweiten Gesichtspunkte alle Massregeln inbegriffen werden, deren Ueberwachung und grösstentheils auch Ausführung den Gegenstand der baupolizeilichen oder der Staatsbehörde überhaupt bilden.

Unter den ersteren Massregeln gibt es mehre, deren Bedeutung längst und allgemein eingesehen wurde, deren Ausführung aber gerade in jenen Fällen an der eisernen Nothwendigkeit scheitert, wo es am meisten Noth wäre.

Dem Bemittelten, der auf Wohnung und Holz genug zu verwenden im Stande ist, braucht man es nicht erst zu sagen, dass er seine Wohnung nicht an Orten aufschlagen solle, wo die Luft verpestet und dem Lichte kein Zutritt gestattet ist, oder dass er seine Zimmer nicht nur im Sommer sondern auch im Winter lüften solle, und dass es unthunlich sei in demselben Raume zu wohnen, wo gekocht und gewaschen wird etc.; diese Mühe kann man sich

ersparen, weil es ohnehin geschieht. Dem Armen aber, dem jedes Stück Holz, was verbrannt werden muss, als ein Stück Brod vorkommt, welches seinem Magen entzogen wird, zu sagen, was er in dieser Hinsicht thun solle und welchen üblen Folgen er sich durch die Ausserachtlassung dieser Lehren aussetze, wäre ebenso unsinnig als herzlos, wenn man der guten Lehre nicht gleich das nöthige Geld als Zugabe beifügen kann. Ich habe demnach hier nur jene Massregeln im Auge, welche blos für gewisse Zwecke (bei Spitälern z. B.) Bedeutung haben und es handelt sich darum nur einiger bisher wenig oder gar nicht berücksichtigter Momente zu erwähnen.

Ausgehend von der Thatsache, dass durch das Beschmutzen des Fussbodens und das gewöhnliche Scheuern desselben mit grossen Quantitäten Wasser nicht nur die Dauer des Fussbodens und aller Träme verringert, sondern dass auch hiedurch Anlass zur Bildung schädlicher Stoffe gegeben werde, betrachte ich es als ein ziemlich wesentliches Moment auf die Verringerung dieses Uebelstandes möglichst hinzuwirken und zwar besonders da, wo, wie in Spitälern, derselbe sehr bedeutend sein kann.

Wenn es möglich wäre einen Fussboden herzustellen, der wasserdicht ist und keine Fugen besitzt, dann wäre offenbar dem Uebel abgeholfen; leider ist dies aber nicht der Fall und es frägt sich nur, auf welche Art man sich am besten dem gewünschten Ziele nähern könne. Um den Einfluss der Fugen möglichst zu beheben, dürfte es wohl am besten sein, die einzelnen Bretter mit einem halben oder wo möglich mit einem ganzen Falze zu verbinden, da von künstlicheren Constructionen nicht die Rede sein kann.

Kann aus ökonomischen Rücksichten von der gewöhnlichen Construction nicht abgegangen werden, so müsste erstens auf die Auswahl trockener Bretter und zweitens auf das Ausspänen die grösste Sorgfalt verwendet werden und zwar vorzüglich nach Verlauf des ersten Jahres, weil die nach dieser Zeit noch eintretenden Schwindungen unmerklich sind.

Um den Fussboden gegen das Eindringen und Aufsaugen von Flüssigkeit möglichst zu schützen dürfte es wohl am besten sein denselben mit heissem Leinölfirniss so oft zu überstreichen, als noch eine deutliche Aufsaugung desselben wahrnehmbar ist.

Im Allgemeinen wird man gut thun zum ersten Anstrich blosses Leinöl zu nehmen, weil sich dieses tiefer als der Firniss einsaugt und durchaus keine Uebelstände verursacht, wenn die folgenden Anstriche mit Leinölfirniss gegeben werden.

Ein auf diese Art imprägnirter Fussboden kann mit Anwendung von sehr wenig Wasser gereinigt werden und es wird erst nach Jahren eine Erneuerung des Firnissanstriches vorgenommen werden müssen, zu welchem Zwecke man sich, wenn das Spital belegt ist, eines mit Siccatif versetzten Firnisses bedienen müsste, weil ein solcher schon nach 2—3 Tagen nicht nur vollkommen trocken sondern auch geruchlos ist.

Für Spitals- und ähnliche Zwecke möchte ich die hie und da zur Anwendung gelangte Methode abrathen, nach welcher man den ersten Anstrich mit einer Farbe gibt und erst hierauf firnisst.

Ein solcher Anstrich mag sich wohl schöner ausnehmen als der von mir vorgeschlagene; er führt aber den Uebelstand mit sich, dass durch die Anwendung von Farbe das Eindringen des Firnisses in das Holz auf eine unmerkliche Grösse reducirt wird, in Folge dessen ein so zugerichteter Boden sich früher austritt und daher nach kürzerer Zeit wieder gefirnisst werden muss, was jedenfalls auch abgesehen vom Kostenpunkte vermieden werden soll.

Von den andern in dieser Richtung gemachten Vorschlägen, wie sie an mehren Orten zur Ausführung gelangten, sehe ich ganz ab, weil sie entweder so kostspielig sind, dass von einer Anwendung derselben in solchen öffentlichen Gebäuden, wo die Eleganz Nebensache ist, keine Rede sein kann, oder weil ihre Wirksamkeit nur sehr gering ist, so dass durch die oft nöthig werdende Erneuerung des Anstriches auch unerschwingliche Kosten veranlasst würden, was, wie man weiss, meist dahin führt, dass man es eben lässt, wie es ist.

Ausser dem Fussboden verdienen auch noch die Wände weiters eine besondere Berücksichtigung, weil durch die an denselben abgesetzten Niederschläge Gelegenheit zum Verderben der Luft gegeben ist.

Die Erfahrungen, die bei verschiedenen Seuchen gemacht wurden, bestätigen diese Ansicht, indem in manchen Fällen das inficirte Locale nur dadurch wieder bewohnbar gemacht werden kann, dass man den Verputz an den Wänden erneuert oder wenigstens die Wände abkratzt und darüber zwei- bis dreimal weissigt.

Es frägt sich demnach, wie die Wände in Spitälern *) am zweckmässigsten hergestellt werden sollen.

Die gewöhnlichste Methode besteht darin, dass man die Wände

*) Ich reflectire aus dem Grunde besonders auf Spitäler, weil sich bei denselben die Anforderungen der grössten Salubrität mit jenen der möglichsten Oekonomie vereinigen.

weissigt, wobei man öfter dem Kalke durch Zusatz von Farbstoffen eine dunklere Nuancirung ertheilt, um so die das Auge beleidigende Grelle der weissen Farbe herabzustimmen.

Nach Verlauf einer Zeit, die längstens ein Jahr beträgt, wird die Weissigung erneuert.

Der Hauptübelstand dieser Methode liegt darin, dass, wenn man nach derselben die Wände in einem guten Zustande erhalten will, man genöthigt ist die Weissigung öfter und zwar wenigstens einmal im Jahre vorzunehmen, in Folge welcher aber die Räume auf mehre Tage unbewohnbar werden, indem sich durch die Einwirkung des Kalkes auf die organischen Substanzen bei der bedeutenden Feuchtigkeit Producte bilden, deren Einathmen anerkannterweise gesundheitsschädlich ist.

Die Anwendung von Malerei mit Leimfarben bringt dieselben Uebelstände aber in einem noch viel höheren Grade mit sich als die Weissigung, indem die aus dem Leime sich entwikkelnden Ausdünstungen die Räume noch durch eine viel längere Zeit unbewohnbar machen, als dies bei der Weissigung der Fall ist.

Da ausserdem jede Malerei mit Leimfarben bedeutend theurer zu stehen kommt als die blosse Weissigung, so kann von einer Anwendung der ersteren in Spitälern ohnehin keine Rede sein.

Die gewöhnliche Meinung, nach welcher eine Erneuerung des Anstriches der gemalten Wände weniger oft als nöthig erscheint, wie dies bei geweissigten Wänden der Fall ist, hat ihren Grund wohl nur darin, dass an einer weissen monoton gehaltenen Wand die Verunreinigungen weit auffallender sind.

Die Anwendung von Oelanstrich etc. kann natürlich nur dort eintreten, wo das decorative Element in den Vordergrund gestellt ist.

Meiner Meinung nach könnte in dieser Hinsicht Hilfe geschafft werden, da ich es für möglich halte ohne bedeutende Kosten einen Wandüberzug in der Art herzustellen, dass er eine öftere Reinigung verträgt und viele Jahre dauert.

Die Idee, die mich hiebei leitet, ist dieselbe, welche der Stereochromie zu Grunde liegt.

Auf den gewöhnlichen ersten groben Anwurf, der nur oberflächlich geebnet wird, kommt statt des gebräuchlichen feinen Verputzes ein solcher, der aus einer Mischung von zwei Theilen fein gesiebtem Sand und einem Theil an der Luft zerfallenem Kalk mit einer Lösung von Doppelwasserglas (Natron-Kali-Wasserglas) angemacht wird.

Von der Wasserglaslösung (10° B.) wird so viel genommen

als hinreicht, um das obige Gemenge in einen steifen Brei zu verwandeln, welcher möglichst bald aufgetragen und so glatt als möglich verrieben werden muss.

Es ist wohl unnöthig zu erwähnen, dass dieser hydraulische Verputz auch mittelst Cement in der bekannten Weise hergestellt werden könnte; nur müsste der Cement sehr gut sein und es dürften auf einen Theil Cement höchstens zwei Theile feiner Sand kommen.

Ist der hydraulische Verputz hinreichend trocken, so werden die Wände gut geweissigt und nach erfolgter Austrocknung zweimal mit einer Lösung von Doppelwasserglas (15° B.) in einem Zwischenraume von 24 Stunden überstrichen.

Kann man billig Marmorstaub oder Dolomit bekommen, so ist es gut die Hälfte des Kalkes bei der Zusammensetzung für den feinen Verputz durch dieselben zu ersetzen.

Sollten die Wände einzelner Localitäten gemalt werden, so müssten die Farben, von denen einzelne, wie: Berlinerblau, Chromgelb, Schweinfurter Grün etc., ausgeschlossen sind, mit Wasserglaslösung angemacht und gut patronirt werden.

Der Wasserglasüberzug wird am besten durch eine mit einer beweglichen Brause versehene Spritze aufgetragen.

Ein derartiger stereochromischer Anstrich verträgt recht gut das Abwischen mit nassen Tüchern und hat ausserdem das Gute, dass er das Eindringen von Feuchtigkeit verhindert.

Den Kostenpunkt anbelangend stellt sich der stereochromische Anstrich ohne Farben ungefähr drei- bis viermal höher als die gewöhnliche Weissigung mit dem ordinären Verputz; erwägt man aber, dass seine Dauer nahezu die zehnfache jener der gewöhnlichen Weissigung sein dürfte, so zeigt es sich, dass derselbe auch abgesehen von dem Vortheile in sanitätlicher Hinsicht schon aus ökonomischen Gründen befürwortet werden kann.

Schliesslich möge hiezu noch erwähnt werden, dass in den Fällen, wo man aus besonderen Rücksichten sich dafür entscheidet die Wand mit Leimfarben bemalen oder mit Tapeten überziehen zu lassen, Rücksicht darauf zu nehmen sei, dass für Schlafräume oder andere Localitäten, die viel benützt werden, die Anwendung Arsenik haltender Farben nicht statthaft sei, da durch die staubförmige Loslösung der Farbe bereits zu wiederholten Malen Vergiftungserscheinungen hervorgerufen wurden.

Dass ausser den besprochenen Einflüssen noch andere bei der Einrichtung von Spitälern Berücksichtigung verdienen, ist wohl ersichtlich und wenn ich sie hier nicht berühre, so geschieht es, weil dieselben nicht mehr in das Gebiet des Ingenieurs gehören,

der es eigentlich nur mit der Einrichtung des unbeweglichen Theiles zu thun hat.

Bezüglich jener Massregeln, die gegen das Verderben der Luft ergriffen werden sollen und deren Ueberwachung einen Gegenstand der baupolizeilichen und der sonstigen Staatsbehörden bilden sollte, erlaube ich mir im Nachfolgenden einige Ideen zu äussern, wobei ich wieder, falls sie bekanntere Dinge behandeln, nur flüchtig darüber hinweggehen werde.

Die einzelnen Gebäude anbelangend sollte darauf gesehen werden, dass der Boden des ebenerdigen Geschosses, wenn sich keine Kellerräume unterhalb befinden, wenigstens $0^{m}\cdot5$ über das Niveau der Strasse erhoben werde, während wenn sich Kellerräume unterhalb befinden, dieses Ausmass bis auf $0^{m}\cdot3$ herabgesetzt werden könnte.

Auch das Verhältniss der Fensteroberfläche zum Kubikraume des Zimmers verdient Berücksichtigung, denn abgesehen von dem Luftwechsel, der vorzüglich durch die Fenster in gewöhnlichen Wohnräumen bewirkt wird, ist das Fenster auch noch aus dem Grunde wichtig, weil es dem Lichte, welches auf das Wohlbefinden höchst einflussnehmend ist, den Zutritt gestattet.

Dieser Einfluss des Lichtes für das gesammte organische Leben ist bisher kaum weiter als obenhin anerkannt worden, bis endlich durch die höchst interessanten Untersuchungen von Bunsen und H. Roscoe *) sich auch das Licht der exacten Wissenschaft über dieses Gebiet zu verbreiten angefangen hat.

Besonders in Städten mit engen Strassen sind geringe Fensterdimensionen nachtheilig.

Es könnte natürlich in dieser Hinsicht nur von der Feststellung eines Minimums nach Erfahrungen die Rede sein und wenn ich hierin die Meinung ausspreche, dass auf ein Quadratmeter Fensterfläche höchstens 60 Kubikmeter Luftraum kommen sollten, so ist dies eben nur eine aus meinen Erfahrungen resultirende Ansicht.

In welcher Art die Aborte auch immer construirt werden mögen, so ist doch stets vorzüglich Rücksicht darauf zu nehmen, dass die Ansammlung und Wegschaffung des Unraths keine Uebelstände veranlasse.

Sowohl Canäle wie Senkgruben sollten nicht blos mit hydrau-

---

*) Photochemische Untersuchungen von R. Bunsen und H. Roscoe, fünfte Abhandlung „die Sonne" in Poggendorff's Annalen, Band 108 S. 193.

lischem Kalke verputzt werden, sondern es wäre auch nöthig sie ganz mit hydraulischem Kalke aufzumauern.

Dass Senkgruben für die Sanitätsverhältnisse jedenfalls günstiger sind als Canäle dürfte wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, besonders da sich in Senkgruben die Desinfection der Excremente sehr leicht ausführen lässt.

Diese Desinfection, wozu ich den schwefligsauren Kalk für das geeigneteste Mittel halte, weil er den brauchbarsten Dünger liefert, sollte beständig stattfinden und es würde die Verwerthung des gewonnenen Düngers die Kosten der Desinfection sicher decken, wenn nur einmal dieser Industriezweig einen grösseren Aufschwung erfahren haben wird.

Sollte sich das bestätigen, was in der letzten Zeit von der conservirenden und desinficirenden Eigenschaft der Boghead-Kohle berichtet wurde *), so würde unstreitig dieser Körper unter allen Desinfectionsmitteln den ersten Rang in jeder Hinsicht einnehmen.

Da jedoch zur Zeit mir sowohl eigene Erfahrungen wie übereinstimmende Berichte fehlen, so kann ich vorläufig blos die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand hinlenken.

Die Besitzer von Gast- und Caffeehäusern so wie von anderen Localitäten, wo sich zeitweise eine grosse Menge Menschen versammelt, könnten verhalten werden die am stärksten besuchten Räume zu ventiliren, was mit keinen besonders erheblichen Kosten verbunden wäre.

Man benöthigte dazu blos eines kleinen Ventilators, der durch ein fallendes Gewicht in Bewegung gesetzt wird.

Den Tag über, wo die genannten Localitäten weniger stark besucht sind, brauchte der Ventilator nicht zu fungiren, gegen Abend jedoch, wo sich die Räume füllen und die Luft von Rauch, Lampendunst und Ausathmungsproducten geschwängert ist, könnte das Gewicht, welches am Tage durch disponible Arbeitskräfte aufgezogen wurde, ausgelöst und so der Ventilator in Bewegung gesetzt werden; die Regulirung des Ventilators selbst könnte leicht bewerkstelligt werden.

Ein Gewicht von 10—15 Centner, welches 20 Schuh hoch fällt, würde hinreichen um in einem Raume von 100 Kubikklafter die Luft zwei- bis dreimal zu erneuern.

Da die Kosten für die Arbeit nahezu Null wären, indem man sich zum Aufziehen des gewöhnlichen Dienstpersonales, welches während einer Zeit des Tages disponibel ist, bedienen könnte, so

---

*) Compt. rend. T. 49 p. 242.

betrügen die durch die Ventilation verursachten Kosten kaum mehr als jene für die erste Einrichtung, welche Alles zusammengenommen schwerlich den Betrag von 1000 Gulden erreichen würden.

Für Theater und Concertsäle würde sich gleichfalls ein ähnlicher Uhrventilator empfehlen, da in denselben der Bedarf an guter Luft nur während weniger Stunden fühlbar ist, so dass durch die Arbeit eines einzigen Menschen während mehrer Stunden die nöthige Betriebskraft für die zwei- bis dreistündige Ventilation aufgespeichert werden könnte.

Bei der Anlage von neuen Strassen wäre nicht nur auf eine gehörige Breite derselben sondern auch auf die herrschende Windrichtung Rücksicht zu nehmen derart, dass die Hauptstrassen in die herrschende Windrichtung gelegt würden.

Es geschieht nicht ohne Grund, wenn ich hiebei auf den schädlichen Missbrauch aufmerksam mache, der in manchen Städten beim Pflastern getrieben wird.

Dieser Missbrauch besteht darin, dass man über das hergestellte Pflaster noch Sand vertheilt, welcher bald von den Wagen zerfahren einerseits zur Bildung von Koth anderseits zur Bildung des für die Athmungsorgane so schädlichen Staubes Gelegenheit gibt.

Die schädlichen Folgen des sich auch ohne diesen Missbrauch bildenden Staubes können nur durch fleissiges Kehren und Benässen vermieden werden.

Die Anwendung von Salzsäure zum Feuchthalten der Promenaden oder Strassen, wie es in Lyon auf einem der Plätze bereits ausgeführt wurde *), könnte natürlich nur da stattfinden, wo der Boden einen bedeutenden Kalkgehalt besitzt und selbst in diesem Falle wären noch manche gewichtige Einwendungen zu machen.

Bei geringem Kalkgehalte des Bodens könnte vielleicht eine säurefreie Chlorcalcium-Lösung gute Dienste leisten.

Allen Gewerbsleuten und Industriellen, welche in der Stadt selbst ihr Geschäft betreiben, sollte es zur Pflicht gemacht werden dahin zu sehen, dass die Nachbarschaft durch Ausdünstungen oder Rauch nicht belästigt werde.

Hieraus würde sich die Ausschliessung gewisser Gewerbe, die mehr oder weniger der Nachbarschaft stets lästig werden, so wie das scheinbar naive Verbot des Rauchens der Schornsteine ergeben, welches letztere bereits in einigen Städten, wenn auch nicht mit vollkommenem, so doch mit einigem Erfolge effectuirt wurde.

*) Cosmos Vol. 15 p. 365.

Was die Ausschliessung gewisser Gewerbe und Industriezweige aus dem Innern einer Stadt anbelangt, so ist es nur zu verwundern, dass trotz der anerkannten Nothwendigkeit an manchen Orten noch so wenig dafür geschehen ist und es auch den Anschein hat, als ob nie etwas geschehen würde.

Ich will der Gerber, Leimsieder, Seifensieder etc. gar nicht erwähnen, wenn man aber sieht, dass auch noch Ziegel- und Kalköfen sowie Sodafabriken sich wie um die Wette befleissen die Luft mit Rauchwolken zu verfinstern und mit Salzsäuredünsten zu verpesten, so kann man sich hierüber wohl nicht genug verwundern und könnte versucht sein zu lachen, wenn man hört, dass den hierüber gemachten Vorstellungen mit der Behauptung entgegengetreten wird, der schädliche Einfluss hievon sei nur scheinbar, indem das Sterblichkeits-Verhältniss in der nächsten Umgebung solcher Etablissements nicht grösser sei als in den andern Stadttheilen, die keine ähnlichen Zierden besitzen.

In Ansehung der Kirchhöfe findet sich bereits in allen grösseren Städten die Massregel in Anwendung gebracht dieselben entfernt von der Stadt zu halten; es sind nur seltene Ausnahmen, wo man dies nicht findet.

Ob es eine überflüssige Vorsicht wäre bei der Beerdigung während seuchenartiger Epidemien noch Kalk oder Kohle anzuwenden, getraue ich mir nicht zu beurtheilen.

Zum Schluss sei es mir noch erlaubt einige Bemerkungen über jene Mittel und Wege zu machen, mittelst welcher man Gegenden, die in Folge nahe gelegener Sümpfe ungesund sind, von diesem Uebel befreien könnte.

Wie natürlich wäre das einzige radicale Hilfsmittel den die Versumpfung bedingenden Momenten entgegenzutreten, also Flussregulirungen, Uferbauten und Drainirungsarbeiten.

Bedenkt man, welche ungeheuren Geldkräfte durch diese Massregel in Anspruch genommen würden, so kann man wohl nicht darüber staunen, dass die Realisirung derselben so lange auf sich warten lasse.

Erwägt man aber, welche Verheerungen in solchen Gegenden durch die herrschenden Sumpffieber veranlasst werden, indem Tausende von Menschen entweder sterben oder ein ewiges Siechthum davontragen, so wird man mir gewiss beipflichten, wenn ich es als wahre Pflicht betrachte wenigstens das Mögliche aufzubieten, um diesem Uebel zu steuern.

Es lässt sich nicht läugnen, dass die hiedurch veranlassten Arbeiten grosse Schwierigkeiten erzeugen würden, so dass manche

verunglückte Versuche zu gewärtigen wären; aber möglich bleibt es und dort, wo die Gesundheit von tausend und tausend Menschen am Spiele steht, da wird es zur Pflicht, selbst mit der blossen Aussicht auf einen glücklichen Erfolg den Versuch zu wagen.

Besonders ungünstige Verhältnisse, welche dringend einer Abhilfe bedürfen, finden sich vorzugsweise in einzelnen Festungen, wo die vorliegenden Sümpfe oder die Möglichkeit, das vorliegende Terrain unter Wasser zu setzen, sehr bedeutende natürliche Verstärkungsmittel der Befestigung bilden.

Will man einen derartigen Platz gesund machen, so muss man auf eines dieser beiden natürlichen Verstärkungsmittel verzichten und zwar auf die Sümpfe, während die Inondationen beibehalten werden können.

Die einzelnen Localverhältnisse werden bei der Entsumpfung massgebend dafür sein, welche Massregeln einzuschlagen seien.

In den wenigsten derartigen Fällen dürfte es möglich sein, die Entsumpfung durch die gewöhnliche Drainirung zu bewerkstelligen, weil es meist nicht möglich sein wird, ein Gefälle zu gewinnen.

In diesem Falle dürften Versickerungsgräben die beste Abhilfe gestatten.

Nachdem man sich durch Bohrungen von den Lagerungsverhältnissen der Erdschichten Aufschluss verschafft hat, werden an mehreren Orten Brunnen in einer Tiefe abgeteuft, dass die das Wasser nicht durchlassenden Schichten durchbrochen werden. In diese Brunnen, welche vollkommen schliessbar sein müssen, münden die Gräben, von denen die einzelnen Drain-Lagen ausgehen.

Es kann hier nicht die Rede davon sein, hierüber etwas Allgemeines zu sagen, indem, wie man leicht einsieht, jeder einzelne Fall seine besondere Behandlung erheischt.

Das Beibehalten der Inondationen führt die Nothwendigkeit mit sich, eine vollkommen gute Regulirung des Ueberschwemmungsgebietes vorzunehmen, so dass alle Gelegenheit zur Bildung stagnirender Wasser benommen wird.

Weit einflussreicher auf die Luftverderbniss als die Inondationen sind die Festungsgräben und zwar aus dem Grunde, weil dieselben immerwährend Anlass zu Vermoderungsprocessen geben, während bei den Inondationen dies nur höchst selten der Fall ist.

Selbst wenn auf eine gehörige Instandhaltung der Cunetten gesehen wird, zeigen sich dieselben doch meist als unzureichend das Wasser rasch abzuleiten.

Schon bei der Anlage der Cunetten kann man es meist ersehen, ob von denselben viel erwartet werden könne; nicht selten geschieht es, dass sie ein so geringes Gefälle erhalten oder solche Wechselverbindungen eintreten, dass der Nutzen derselben zur blossen Illusion herabsinkt und es kann dies nicht wundern, weil sich hier fortificatorische Interessen in den Vordergrund stellen. Tritt dieser Fall ein, so erübrigt auch nichts anderes als Versickerungsbrunnen anzulegen, welche vollkommen verschliessbar sein müssen und durch Schützen mit den Cunetten in Verbindung gesetzt werden können.

Selbst aber, wenn die Cunetten gut angelegt sind, so können sie oft aus dem Grunde nicht hinreichen, weil bei einer bedeutenden Grabenbreite und ungünstigem Erdreich das Terrain, welches sie entwässern sollen, zu ausgedehnt ist.

In diesem Falle müsste man wohl den Graben ordentlich drainiren und die Cunette selbst als Abzugsgraben betrachten.

Bei jenen Festungsgräben, welche durch ein Wassermanöver unter Wasser gesetzt werden können, sollte das probeweise Füllen derselben nur kurz vor dem Eintritte der kalten Jahreszeit, also bei uns Ende November stattfinden, weil in diesem Falle das zurückbleibende Wasser weniger schädlich ist als zu jeder andern Jahreszeit.

Von dem Mittel, welches man in der Umgegend von Washington einer Mittheilung zufolge angewendet haben soll, um die aus dem Sumpfe sich entbindenden Miasmen zu zerstören, mache ich blos Erwähnung, weil, wenn ich auch keinen Erfolg davon erwarte, doch dem Ganzen eine Idee zu Grunde liegt, die durch andere Thatsachen scheinbar motivirt wird.

Man soll nämlich dortselbst mit gutem Erfolg den Anbau von Pflanzen in der Nähe der Sümpfe versucht haben, welche sehr spät blühen und zwar zur Zeit, als die gewöhnlichen Sumpfpflanzen faulen, wie dies beispielsweise bei der Sonnenblume der Fall ist, welche in dem Oele, welche ihre Samen enthalten, eine Entschädigung der angewandten Kosten bieten würde.

